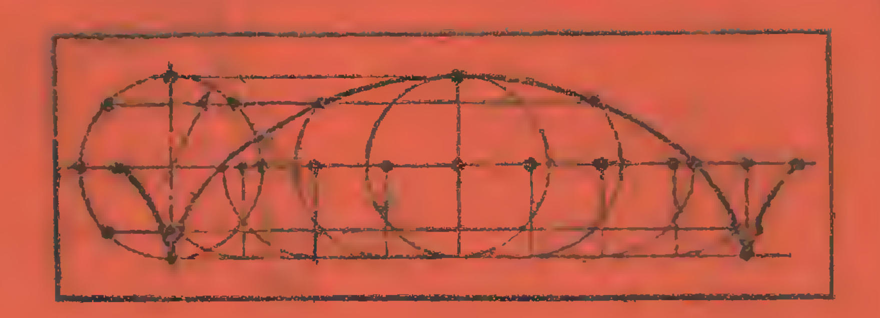
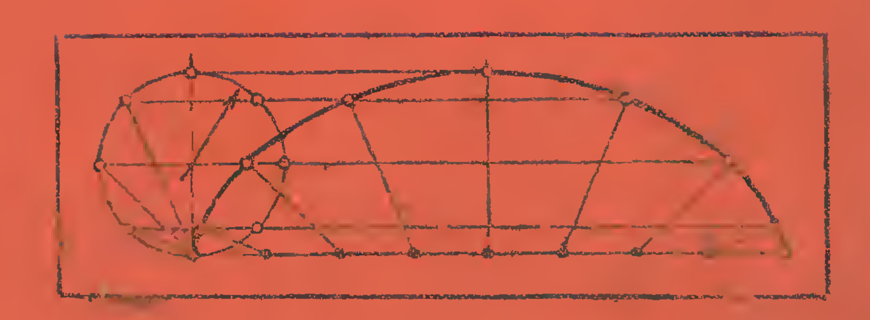
VISIT…





Е. И. ГОДИК, А. М. ХАСКИН

СПРАВОЧНОЕ РУКОВОДСТВО ПО ЧЕРЧЕНИЮ



Е. И. ГОДИК и А. М. ХАСКИН

СПРАВОЧНОЕ РУКОВОДСТВО ПО ЧЕРЧЕНИЮ

Издание четвертое,
переработанное и дополненное



МОСКВА „МАШИНОСТРОЕНИЕ“ 1974

607 (083)
Г59
УДК 744 (031)

Г59 **Годик Е. И. и Хаскин А. М.**
Справочное руководство по черчению. Изд. 4-е, перераб. и доп. М., «Машиностроение», 1974 (IV кв.)

696 с с. ил.

Справочное руководство по черченню содержит основные сведения для выполнения машиностроительных чертежей.
Книга состоит из двух разделов: первый — геометрическое проекционное и машиностроительное черчение, второй — справочные данные (приложение).
В четвертом издании все разделы полностью переработаны в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД (Единой системы конструкторской документации).
В справочное руководство включены примеры из практики машиностроительного черчения, помогающие читателю понять требования стандартов ЕСКД по чертежам.
Справочное руководство предназначено для инженерно-технических работников машиностроительной промышленности.

607 (083)

Г $\frac{30105\text{-}011}{038\ (01)-74}$ 11-74

Рецензент доц. **О. А. Козырева**

Ефрем Ильич Годик и Абрам Михайлович Хаскин
СПРАВОЧНОЕ РУКОВОДСТВО ПО ЧЕРЧЕНИЮ
Редактор издательства **Н. Г. Васильева**
Технические редакторы **А. Ф. Уварова** и **Л. П. Гордеева**
Корректоры: **Ж. Л. Суходолова, О. Е. Мишина, И. М. Борейша**
Художник **Е. Н. Волков**

Сдано в набор 11/XII 1973 г. Подписано к печати 14/V 1974 г. Т-09526. Формат 84×108/32. Бумага типографская № 2. Усл. печ. л. 36,54. Уч.-изд. л. 43,0
Тираж 170 000 (3-й завод 100 001—170 000) экз.
Заказ № 1011. Цена 2 р. 36 к.

Издательство «Машиностроение», 107885, Москва, Б-78, 1-й Басманный пер., 3

Ленинградская типография № 6 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
193144, Ленинград, С-144, ул. Моисеенко, 10

ПРЕДИСЛОВИЕ

В четвертом издании существенно изменился порядок изложения материала; сокращена справочная часть книги, а основной теоретический материал дополнен сведениями по разработке и чтению машиностроительных чертежей.

Первый раздел справочного руководства охватывает объем курса машиностроительного черчения. Он содержит сведения: о геометрических построениях; оформлении машиностроительных чертежей; построении геометрических фигур и чертежей деталей; аксонометрических проекциях; разъемных и неразъемных соединениях; изображениях деталей машин; допусках и посадках; обозначениях шероховатости поверхностей; оформлении конструкторской документации; составлении эскизов и рабочих чертежей деталей; составлении и чтении сборочных чертежей.

Во втором разделе приведены справочные данные, необходимые для выполнения машиностроительных чертежей, куда вошли таблицы размеров крепежных деталей, графические условные обозначения для схем и другие сведения.

При составлении руководства использованы терминология деталей машин, рекомендованная Комитетом технической терминологии АН СССР, и материалы стандартов ЕСКД.

Глава I

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

ПОСТРОЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРЯМЫХ

Параллельные прямые удобно выполнять либо рейсшиной, скользящей вдоль левого края чертежной доски, либо с помощью угольников и линейки. На рис. 1, *а* показаны приемы проведения прямых, параллельных заданной прямой *l*, при помощи угольников и линейки. Угольник *1* устанавливают так, чтобы его катет или гипотенуза совпали с направлением заданной прямой *l*; к другому катету подводят линейку или второй угольник и перемещают угольник *1* в направлении, указанном стрелкой, на требуемое расстояние.

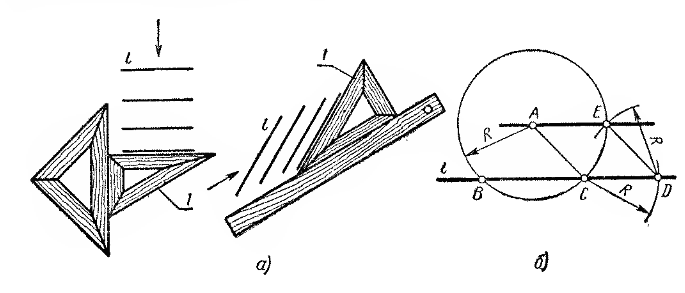


Рис. 1

Провести прямую, параллельную прямой *l*, через точку *A*, расположенную вне этой прямой (рис. 1, *б*). Из точки *A* произвольным радиусом *R* проводят окружность. Эта окружность пересекает прямую *l* в точках *B* и *C*. От одной из этих точек, например точки *C*, откладывают на прямой *l* отрезок *CD*, равный радиусу *R*. Из полученной точки *D* тем же радиусом *R* проводят дугу окружности до пересечения с окружностью в точке *E*. Прямая *AE* параллельна *l*, так как отрезки *AE* и *CD* являются противоположными сторонами ромба *AEDC*.

ПОСТРОЕНИЕ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫХ ПРЯМЫХ

На рис. 2 приведены различные случаи построения перпендикулярных прямых, встречающиеся в практике черчения.

Построение перпендикуляра к середине отрезка *AB* (рис. 2, *а*). Из точек *A* и *B*, как из центров, радиусом, бóльшим половины отрезка *AB*, проводят дуги окружностей до взаимного их пересечения

в точках E и F. Прямая EF перпендикулярна к отрезку AB и проходит через его середину — точку M.

Построение перпендикуляра к прямой l в заданной на ней точке A (рис. 2, *б*). Принимая точку A за центр, произвольным радиусом R_1 описывают дугу окружности до пересечения ее с прямой l в точках C и D. Из центров C и D радиусом R_2, бо́льшим радиуса R_1, проводят дуги окружностей до взаимного их пересечения в точках E и F. Отрезок EF — искомый перпендикуляр.

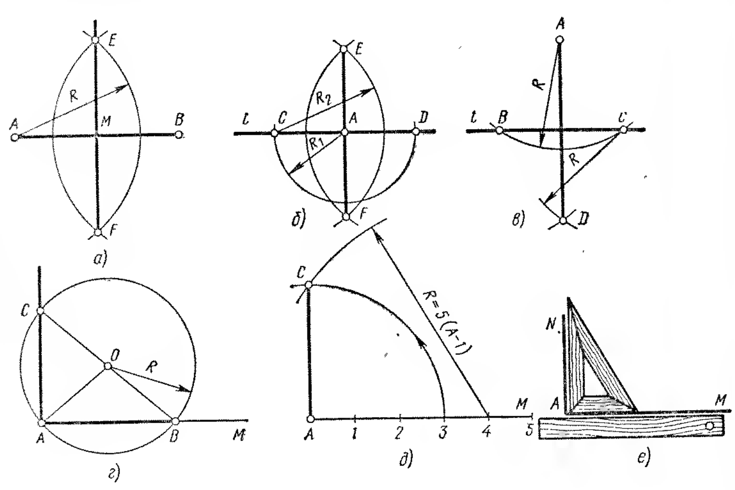


Рис. 2

Построение перпендикуляра к прямой l из точки A, лежащей вне этой прямой (рис. 2, *в*). Из точки A, как из центра, произвольным радиусом R проводят дугу окружности, пересекающую заданную прямую в точках B и C. Приняв эти точки за центры, тем же радиусом R проводят дуги окружностей до взаимного их пересечения в точке D. Прямая AD есть перпендикуляр к заданной прямой l.

Построение перпендикуляра к отрезку AM, проходящего через концевую точку A отрезка (рис. 2, *г*). Из произвольной точки O, лежащей вне отрезка AM, проводят окружность радиусом $R = OA$. Эта окружность пересекает отрезок AM в точке B. Точки B и O соединяют прямой и продолжают ее до пересечения с окружностью в точке C. Прямая AC является искомым перпендикуляром, так как угол CAB — прямой, как вписанный в окружность и опирающийся на ее диаметр.

На рис. 2, *д* дан второй способ решения этой же задачи, основанный на свойствах так называемого египетского треугольника.

На отрезке прямой AM откладывают четыре равных отрезка произвольной длины. Из точки A проводят дугу окружности радиусом, равным трем взятым отрезкам, а из точки 4 — дугу окружности радиусом, равным пяти таким же отрезкам. Пересечение этих дуг дает точку C. Прямая AC является искомым перпендикуляром.

На рис. 2, *е* построение прямой AN, перпендикулярной к AM, выполнено с помощью угольника и линейки.

ДЕЛЕНИЕ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ

Деление отрезка AB пополам (рис. 3, *а*). Построение аналогично произведенному на рис. 2, *а*. Можно таким же способом делить отрезок на 4, 8, 16 и т. д. равных частей.

Деление отрезка прямой на произвольное число равных частей (рис. 3, *б*). Через один из концов отрезка AB под произвольным углом к нему проводят вспомогательную прямую AC, на которой откладывают n произвольных, но равных между собой отрезков. На рис. 3, *б*

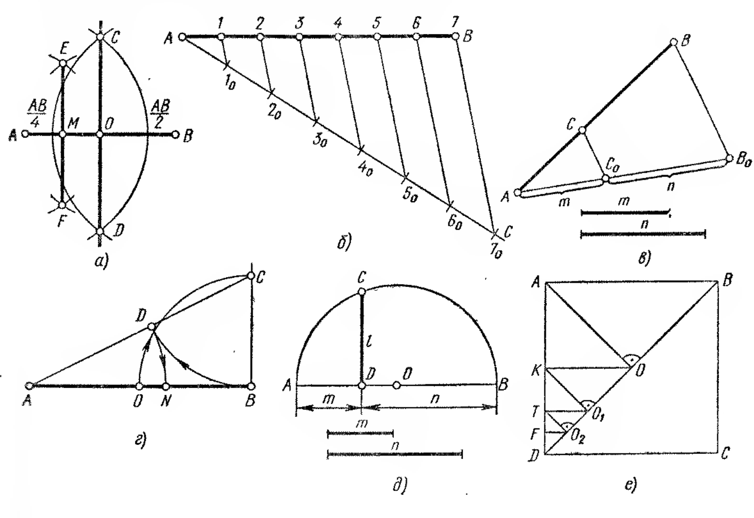


Рис. 3

отложено семь отрезков. Точку 7_0, конец последнего отрезка, соединяют прямой линией с точкой B, и через точки 1_0, 2_0, 3_0 . . . проводят прямые, параллельные прямой $B—7_0$, до пересечения в точках 1, 2, 3 . . . с отрезком AB.

Угол BAC и отрезок AC следует выбирать такими, чтобы пересечение стороны AB параллельными прямыми проходило под углом, близким к 90°.

Деление отрезка прямой на пропорциональные части (рис. 3, *в*). На рисунке отрезок прямой AB поделен на части, пропорциональные отрезкам m и n. Построение понятно из чертежа.

Деление отрезка AB в среднем и крайнем отношении (рис. 3, *г*). Сущность деления заключается в том, что точка N должна поделить отрезок AB так, чтобы осуществлялось отношение $\frac{AB}{AN} = \frac{AN}{NB}$. Такое деление известно под названием «золотое сечение». Практическое применение правила «золотого сечения» можно встретить в архитектуре.

Отрезок AB делят в точке O пополам и из точки B восставляют перпендикуляр, на котором откладывают отрезок $BC = BO$. Точки A и C соединяют прямой. Из точки C, как из центра, проводят дугу окружности радиусом CB и получают точку D, а из точки A — дугу окруж-

ности радиусом AD, которая пересечет отрезок AB в точке N. Точка N и делит отрезок AB в среднем и крайнем отношении.

Построение среднего пропорционального отрезка (рис. 3, *д*). Для построения отрезка l, среднего пропорционального между двумя данными отрезками m и n, из точки O, середины отрезка AB, равного $m + n$, проводят полуокружность радиуса AO. Из точки D восставляют перпендикуляр до пересечения с полуокружностью. Отрезок $CD = l$ является средним пропорциональным к отрезкам m и n, т. е. $\frac{m}{l} = \frac{l}{n}$.

На рис. 3, *е* показано построение отрезков прямой с соотношением, выражающимся числом $\sqrt{2}$. Диагональ квадрата, построенного на отрезке AB, равна $\sqrt{2}\ AB$; далее $AB = \sqrt{2}\ AO$; $AO = \sqrt{2}\ OK$; $OK = \sqrt{2}\ KO_1$ и т. д. Это соотношение находит применение в образовании форматов чертежей, т. е. если AB — одна из сторон формата, то BD равняется другой стороне, в следующем формате короткой стороной будет BO, а длинной — AB и т. д.

ДЕЛЕНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ УГЛОВ

Деление угла ABC пополам (рис. 4, *а*). Из вершины B заданного угла ABC произвольным радиусом R проводят дугу окружности до пересечения со сторонами угла в точках M и N. Из найденных точек,

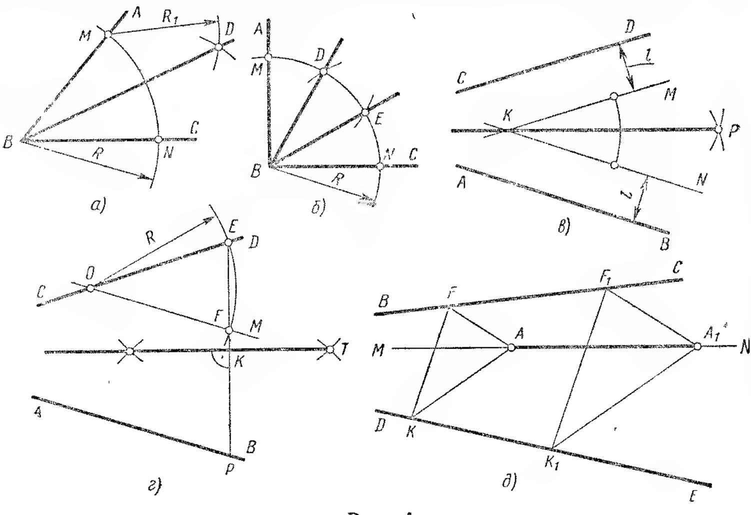


Рис. 4

как из центров, радиусом R_1, бóльшим половины хорды MN, проводят дуги окружности до взаимного их пересечения в точке D. Прямая BD разделит данный угол пополам. Дальнейшим последовательным делением пополам каждой части угла можно разделить данный угол на 4, 8 и т. д. равных частей.

Деление прямого угла ABC на три равные части (рис. 4, *б*). Из точки B, вершины прямого угла, произвольным радиусом R проводят дугу окружности до пересечения со сторонами угла в точках M и N. Тем же радиусом R из точек M и N, как из центров, проводят дуги окружностей до пересечения в точках D и E с дугой окружности $\widehat{MN}$. Прямые BD и BE разделят прямой угол на три равные части.

Деление угла пополам в том случае, когда стороны угла не пересекаются в пределах чертежа (рис. 4, *в*). На произвольном одинаковом расстоянии l от сторон угла проводят отрезки прямых, соответственно им параллельные, т. е. $KM \parallel CD$ и $KN \parallel AB$. Полученный угол MKN делят пополам прямой PK. Эта же прямая разделит пополам и угол между заданными прямыми CD и AB.

На рис. 4, *г* дан второй способ решения этой же задачи. Из произвольной точки O, принадлежащей прямой CD, проводят прямую OM, параллельную прямой AB. Принимая точку O за центр, произвольным радиусом R проводят дугу окружности, пересекающую прямые CD и OM в точках E и F. Хорду EF продолжают до пересечения с прямой AB в точке P. Перпендикуляр KT, восставленный из середины отрезка EP, разделит угол между прямыми CD и AB пополам.

Через точку A провести прямую, проходящую через недоступную точку пересечения прямых BC и DE (рис. 4, *д*). Принимая точку A за одну из вершин, строим произвольный треугольник AKF, две другие вершины которого лежат на прямых BC и DE. На некотором расстоянии строим треугольник $A_1K_1F_1$, подобный треугольнику AKF. Искомая прямая MN пройдет через вершины треугольников A и A_1.

Построение угла, равного 60° (рис. 5, *а*). На прямой AM из точки A (предполагаемой вершины угла) произвольным радиусом R проводят дугу окружности до пересечения с прямой AM в точке B. Из точки B

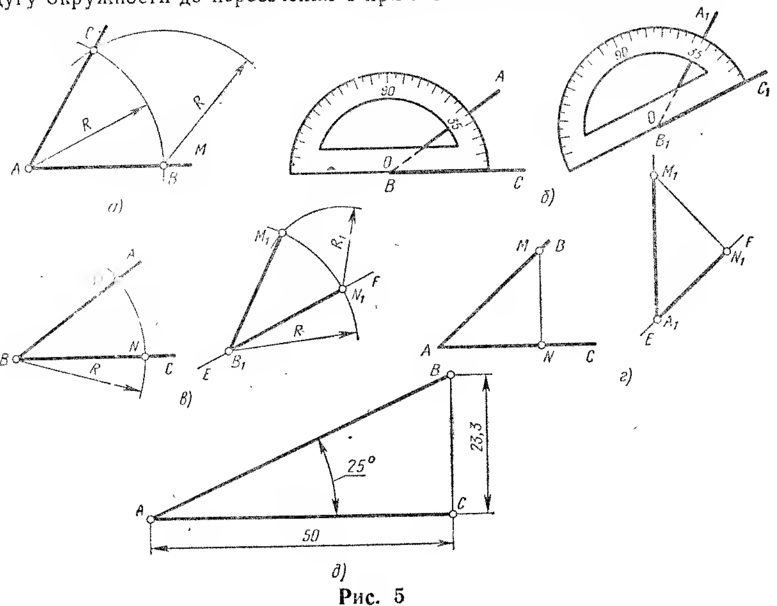


Рис. 5

этим же радиусом проводят вторую дугу окружности, пересекающую первую в точке C. Угол CAB равен 60°.

Построение угла, равного данному. Это построение может быть выполнено несколькими способами.

Способ 1. Построение выполняют транспортиром (рис. 5, *б*). Построение понятно из чертежа.

Способ 2 (рис. 5, *в*). Этот способ основан на том, что в окружностях одного и того же радиуса равные хорды стягивают равные дуги и равным дугам соответствуют равные центральные углы.

Из точки B, как из центра, пересекают стороны данного угла дугой окружности произвольного радиуса R. Из точки B_1 на прямой EF проводят дугу окружности таким же радиусом R. Циркулем измеряют величину хорды MN и этим радиусом из точки N_1, полученной на прямой EF, засекают проведенную дугу окружности в точке M_1, т. е. хорда M_1N_1 равна хорде MN. Угол $M_1B_1N_1$ равен данному углу MBN.

Способ 3 (рис. 5, *г*). На стороне угла BAC откладывают произвольный отрезок AN и из точки N восставляют перпендикуляр NM до пересечения со стороной AB угла BAC. На прямой EF от точки A_1 откладывают отрезок A_1N_1, равный AN; в точке N_1 проводят перпендикуляр к EF и откладывают на нем отрезок N_1M_1, равный NM. Соединив точки A_1 и M_1, получают угол, равный данному.

Построение угла заданной величины. Это построение можно производить с помощью транспортира. Однако на практике большая точность построения получается в том случае, если воспользоваться значениями тангенса угла. Так, например, тангенс угла 25° приблизительно

Таблица 1

Приближенные значения тангенсов и котангенсов углов α

Угол в град.	tg α		Угол в град.	tg α		Угол в град.	tg α	
1	0,017	89	16	0,287	74	31	0,601	59
2	0,035	88	17	0,306	73	32	0,625	58
3	0,052	87	18	0,325	72	33	0,649	57
4	0,070	86	19	0,344	71	34	0,675	56
5	0,087	85	20	0,364	70	35	0,700	55
6	0,110	84	21	0,384	69	36	0,727	54
7	0,123	83	22	0,404	68	37	0,754	53
8	0,140	82	23	0,424	67	38	0,781	52
9	0,158	81	24	0,445	66	39	0,810	51
10	0,176	80	25	0,466	65	40	0,839	50
11	0,194	79	26	0,488	64	41	0,869	49
12	0,213	78	27	0,510	63	42	0,900	48
13	0,231	77	28	0,532	62	43	0,933	47
14	0,249	76	29	0,554	61	44	0,966	46
15	0,268	75	30	0,577	60	45	1,000	45
	ctg α	Угол в град.		ctg α	Угол в град.		ctg α	Угол в град.

женно равен 0,466. Если построить прямоугольный треугольник ABC (рис. 5, *д*), у которого один катет AC равен 50 мм, а другой катет BC — 23,3 мм, то угол, противолежащий катету, будет составлять примерно 25°, так как $\frac{23{,}3}{50} = 0{,}466$, что соответствует примерно тангенсу угла 25°.

Для углов, бóльших 45°, удобно пользоваться значениями котангенсов. В табл. 1 приведены значения тангенсов и котангенсов углов α.

ПОСТРОЕНИЕ ПЛОСКИХ ФИГУР

Построение треугольника ABC по трем его сторонам a, b и c (рис. 6, *а*). На произвольной прямой l откладывают отрезок AC, равный одной из сторон треугольника, например b. Из точки A, как из центра, описывают дугу окружности радиусом $R = a$, а из точки C — дугу окружности радиусом $R_1 = c$. Пересечение этих дуг дает третью вершину треугольника — точку B. ABC — искомый треугольник.

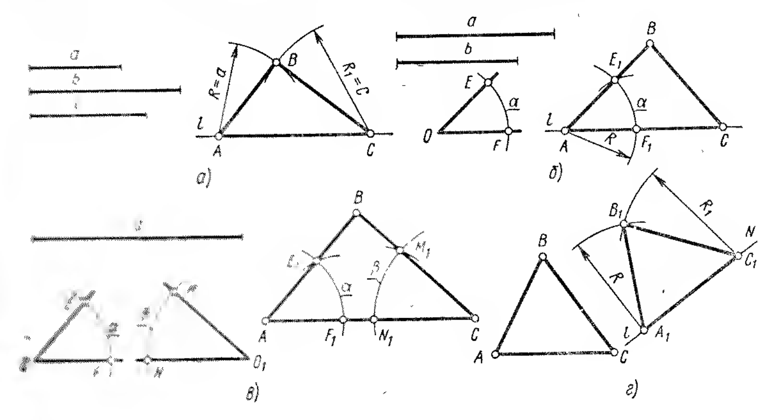


Рис. 6

Построение треугольника по двум сторонам a и b и углу α между ними (рис. 6, *б*). На произвольной прямой l откладывают отрезок $AC = a$. Из вершины O данного угла α и из точки A отрезка прямой AC проводят дуги окружностей произвольного одинакового радиуса. Из полученной на отрезке прямой AC точки F_1 радиусом, равным хорде EF угла α, засекают на дуге точку E_1. На продолжении отрезка прямой AE_1 от точки A откладывают отрезок AB, равный отрезку b, и соединяют точки B и C.

Построение треугольника по заданной стороне a и прилегающим к нему углам α и β (рис. 6, *в*). Решение аналогично предыдущему (см. рис. 6, *б*).

Построение треугольника $A_1B_1C_1$, равного треугольнику ABC (рис. 6, *г*). На произвольной прямой l откладывают отрезок A_1C_1, равный стороне AC данного треугольника. Из точек A_1 и C_1, как из центров, проводят дуги окружностей соответственно радиусами $R = AB$ и $R_1 = CB$ до их взаимного пересечения в точке B_1. Полученную точку B_1 соединяют прямыми с точками A_1 и C_1.

Построение многоугольника, равного данному. Эта задача может быть решена двумя способами.

Способ триангуляции (рис. 7, *а*). Заданный многоугольник разбивают на треугольники. По полученным треугольникам способом, показанным на рис. 6, *г*, строят многоугольник, равный данному. Способ триангуляции широко применяется при построении разверток.

Координатный способ (рис. 7, *б*). Положение точки на плоскости может быть задано ее расстоянием от двух взаимно перпендикулярных

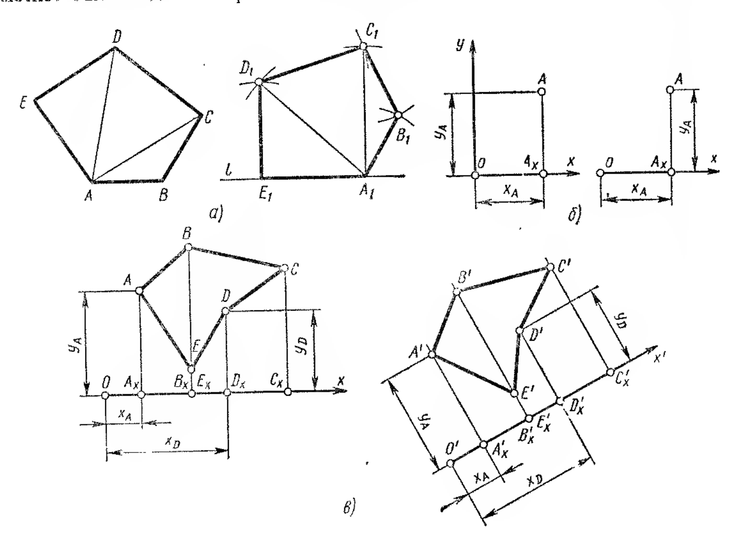


Рис. 7

прямых, называемых осями координат. Горизонтальная ось Ox называется осью абсцисс, а вертикальная Oy — осью ординат. Точка O пересечения осей называется началом координат (рис. 7, *б*).

Абсциссой точки A является отрезок x_A, ординатой — отрезок y_A. Следовательно, положение точки на плоскости может быть определено, если отложить на оси Ox значение абсциссы x_A, а затем на перпендикуляре, проведенном из точки A_x, значение ординаты y_A.

На рис. 7, *в* изображено построение многоугольника $A'B'C'D'E'$, равного данному $ABCDE$, координатным способом. Из каждой вершины данного многоугольника $ABCDE$ опускают перпендикуляры на ось абсцисс Ox и получают точки A_x, B_x, C_x, D_x, E_x, т. е. получают значения координат данных точек. На рис. 7, *в* указаны координаты точек A и D. В необходимом месте поля чертежа проводят ось абсцисс $O'x'$ и намечают на ней точки A'_x, B'_x, C'_x. . ., одинаково расположенные с точками A_x, B_x, C_x, . . ., т. е. откладывают абсциссы точек x_A, x_B, x_C . . . Из этих точек проводят перпендикуляры, т. е. линии, параллельные оси ординат, и откладывают на них значения ординат (высот) каждой из вершин многоугольника. Получают точки A', B', C', D', E'.

Соединив точки между собой, получают многоугольник, равный данному.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНТРА ДУГИ ОКРУЖНОСТИ. СПРЯМЛЕНИЕ ДУГИ ОКРУЖНОСТИ

Определение центра дуги окружности (рис. 8, *а*). Дугу окружности пересекают двумя произвольными хордами MN и PQ и к середине каждой хорды восставляют перпендикуляр. Точка O пересечения перпендикуляров определяет центр окружности. Чем длиннее взятые хорды, тем выше точность построения.

Спрямление кривой (развертка) сводится к построению отрезка прямой, длина которого равна длине дуги заданной кривой.

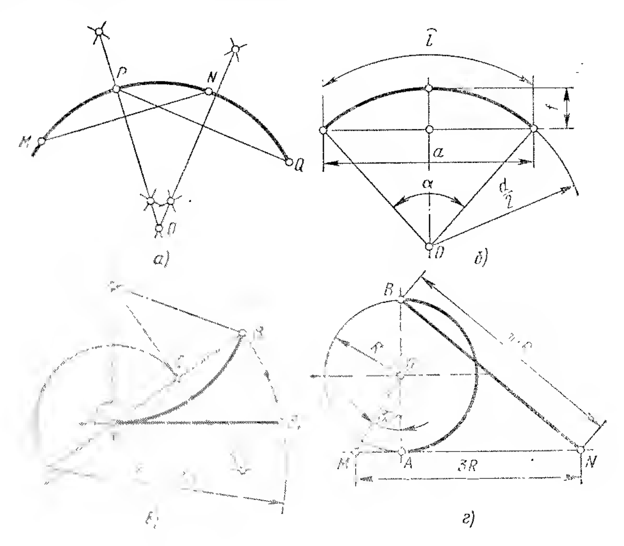


Рис. 8

Спрямление дуги окружности (аналитический способ) (рис. 8, *б*). Длина дуги окружности аналитически может быть определена по формуле

$$l = \sqrt{a^2 + \frac{16}{3} f^2} \quad \text{или} \quad l = \frac{\pi d \alpha}{360^\circ},$$

где α — угол сектора в град.;
a — длина хорды, стягивающей дугу, в мм;
f — высота стрелки сегмента в мм.

Спрямление дуги окружности (рис. 8, *в*). Проводят хорду AB и делят ее в точке C пополам. На продолжении хорды откладывают отрезок AM, равный AC. В точке A проводят касательную к дуге окружности и из точки M, как из центра, радиусом MB проводят дугу окружности до пересечения ее с касательной в точке B_1. Отрезок AB_1 определяет спрямленное значение длины дуги окружности. Этот графический прием пригоден для дуг окружности, не превышающих угол сектора 60°.

Спрямление окружности (рис. 8, *г*). Строят вертикальный диаметр окружности и через нижнюю его точку A проводят касательную к окружности. Через центр O проводят под углом 30° к вертикальному диаметру прямую до пересечения ее в точке M с касательной к окружности. По касательной от точки M откладывают отрезок $MN = 3R$, т. е. равный трем значениям радиуса окружности. Отрезок, соединяющий точку N с верхней точкой B вертикального диаметра, с достаточно высоким приближением равен длине полуокружности ($BN = \pi R$).

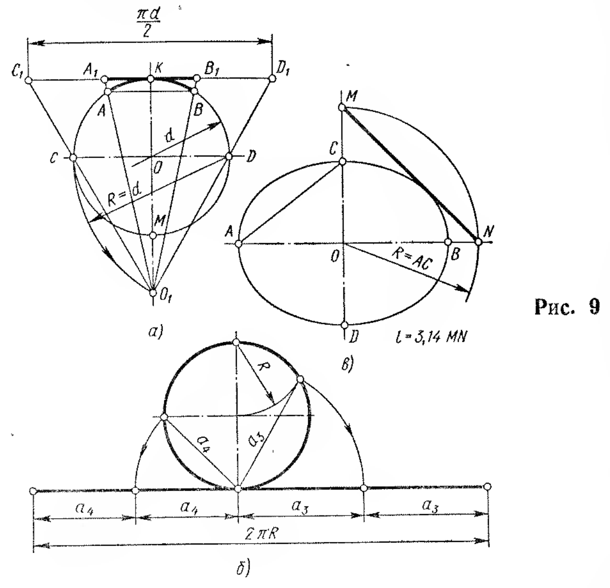


Рис. 9

Спрямление окружности и дуги окружности (рис. 9, *а*). Через середину хорды AB проводят диаметр KM, перпендикулярный к хорде, и через точку K проводят касательную к окружности. Из точки D (или C), как из центра, радиусом R, равным диаметру окружности, проводят дугу до пересечения с продолжением диаметра KM в точке O_1. Из точки O_1 проводят лучи O_1A и O_1B до пересечения с касательной в точках A_1 и B_1. Отрезок A_1B_1 определяет спрямленное значение длины дуги окружности.

На этом же рисунке расстояние между точками C_1 и D_1 определяет приближенную длину полуокружности.

Графический способ определения длины окружности (рис. 9, *б*). В окружность вписывают сторону квадрата a_4 и сторону равностороннего треугольника a_3. Приближенная длина окружности получается суммированием длины двух сторон ($2a_3$) равностороннего треугольника и двух сторон ($2a_4$) квадрата, вписанных в окружность.

Определение приближенной длины очерка эллипса (рис. 9, *в*). Соединяют концы большой и малой осей эллипса — точки A и C и из центра O радиусом, равным AC, засекают на осях эллипса точки M и N. Измерив длину отрезка MN, умножают ее на π и получают приближенную длину очерка эллипса ($l = 3{,}14MN$).

На рис. 10 показан пример использования способа спрямления дуги окружности для определения длины пружины (задача решена способом, указанным на рис. 8, *в*).

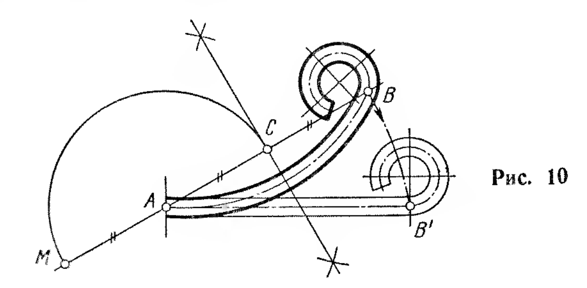


Рис. 10

ПОСТРОЕНИЕ УКЛОНА И КОНУСНОСТИ

Уклон — это величина, которая характеризует наклон одной линии по отношению к другой. Уклон i прямой AC относительно прямой AB (рис. 11, *а*) определяется как отношение разности высот двух точек A и C к горизонтальному расстоянию между ними

$$i = \frac{h}{l} = \frac{BC}{AB} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Рис. 11

Уклон может быть выражен простой дробью, десятичной или в процентах. Значение уклона записывается на полке линии-выноски, расположенной параллельно направлению, по которому определяется величина уклона. Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак «∠», острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона.

Проведение через точку A прямой задаииого уклона 1 : 6 (рис. 11, *б*). Из точки A проводят горизонтальный луч и откладывают на нем шесть произвольных равных отрезков. На перпендикуляре, восставленном из конечной точки B, откладывают одну такую часть. Уклон гипотенузы AC треугольника ACB будет равен 1 : 6.

Построение профиля полки швеллера (рис. 11, *в*). На рисунке выполнена часто встречающаяся задача на построение профиля прокатной стали (швеллера, двутавровой балки и др.). Полка швеллера имеет уклон 10%. Построить этот уклон можно несколькими способами.

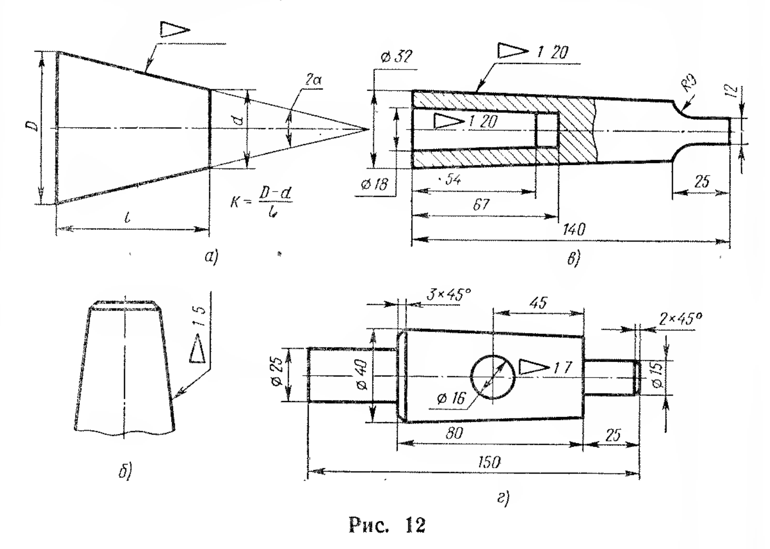


Рис. 12

Способ 1. По размерам, указанным в ГОСТе 8240—72, определяют точку C. Из этой точки проводят горизонтальный луч, на котором откладывают отрезок CE, равный, например, 50 мм. Из конца отрезка, точки E по вертикали, откладывают 5 мм и соединяют точки C и D.

Способ 2. На верхней полке швеллера откладывают по горизонтали отрезок AB, равный, например, 100 мм, и по вертикали отрезок AK, равный 10 мм. Через найденную точку C проводят прямую, параллельную KB.

Способ 3. Строят отдельно в стороне линии MP и NP с заданной величиной уклона 10% и через точку C проводят прямую, параллельную NP.

На рис. 11, *г* изображена клиновая шпонка с головкой, имеющая уклон верхней рабочей грани 1 : 100.

Для построения уклонов можно пользоваться таблицей значений тангенсов и котангенсов (см. табл. 1).

Конусность K определяется как отношение разности диаметров D и d двух поперечных сечений конуса (рис. 12, *а*) *к расстоянию между ними:*

$$K = \frac{D-d}{l} = 2\operatorname{tg}\alpha; \; K = 2i.$$

Таблица 2

Нормальные конусностн (ГОСТ 8593—57)

Конусность K	Угол конуса 2α	Угол наклона α	Исходное значение (K или 2α)
1 : 200	0° 17′ 11″	0° 8′ 36″	1 : 200
1 : 100	0° 34′ 23″	0° 17′ 11″	1 : 100
1 : 50	1° 8′ 45″	0° 34′ 23″	1 : 50
1 : 30	1° 54′ 35″	0° 57′ 17″	1 : 30
1 : 20	2° 51′ 51″	1° 25′ 56″	1 : 20
1 : 15	3° 49′ 6″	1° 54′ 33″	1 : 15
1 : 12	4° 46′ 19″	2° 23′ 9″	1 : 12
1 : 10	5° 43′ 29″	2° 51′ 45″	1 : 10
1 : 8	7° 9′ 10″	3° 34′ 35″	1 : 8
1 : 7	8° 10′ 16″	4° 5′ 8″	1 : 7
1 : 5	11° 25′ 16″	5° 42′ 38″	1 : 5
1 : 3	18° 55′ 29″	9° 27′ 44″	1 : 3
1 : 1,866	30°	15°	30°
1 : 1,207	45°	22° 30′	45°
1 : 0,866	60°	30°	60°
1 : 0,652	75°	37° 30′	75°
1 : 0,500	90°	45°	90°
1 : 0,289	120°	60°	120°

Конусность, как и уклон, выражается простой дробью, десятичной или в процентах. Числовое значение конусности записывается на полке линии-выноски, расположенной параллельно оси конуса (рис. 12, *а* и *б*), либо на оси конуса (рис. 12, *в*). Перед размерным числом конусности ставится знак «▷», острый угол которого направлен в сторону вершины конуса.

Конусности сопрягаемых конических поверхностей должны назначаться в соответствии с приведенными в табл. 2 значениями нормальных конусностей, принятых в машиностроении. Кроме конусностей общего назначения применяются конусности специальных назначений, область распространения которых регламентируется стандартами на конкретные изделия.

На рис. 12, *в* дан чертеж оправки с величиной коиусиости 1 : 20 и чертеж пробки крана (рис. 12, *г*) с конусностью 1 : 7. Пользуясь указанными на рис. 12, *г* размерами, определяют значение меньшего диаметра пробки крана:

$$K = \frac{D-d}{l}; \quad d = D - Kl = 40 - \frac{1}{7}\,80 = 28{,}6 \text{ мм.}$$

ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ. ПОСТРОЕНИЕ ПРАВИЛЬНЫХ ВПИСАННЫХ И ОПИСАННЫХ МНОГОУГОЛЬНИКОВ

Для деления окружности пополам достаточно провести любой ее диаметр. Два взаимно перпендикулярных диаметра делят окружность на четыре равные части. Соединяя прямыми точки деления, получают

стороны правильного вписанного квадрата a_4 (рис. 13, *а*); сторона квадрата $a_4 = 0,707D$, где D — диаметр окружности. Разделив каждую четвертую часть пополам, получают восьмые части окружности, а при дальнейшем делении шестнадцатые, тридцать вторые части и т. д. На правой половине рис. 13, *а* изображены стороны правильного вписанного восьмиугольника (a_8); величина этой стороны $a_8 = 0,3825D$.

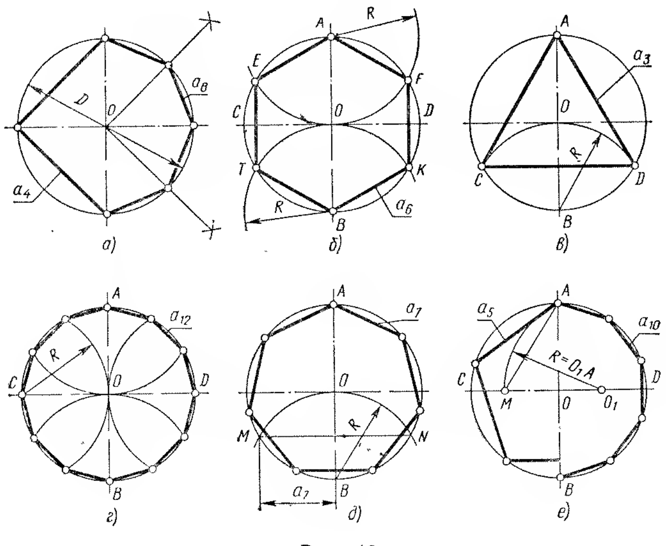


Рис. 13

Деление окружности на 3, 6, 12 и т. д. равных частей осуществляется следующим образом.

Из точек A и B (рис. 13, *б*), концов вертикального диаметра, как из центров, проводят дуги окружности радиусом R до пересечения с окружностью в точках E, F, T, K. Соединяя точки A, F, K, B, T, E, получают правильный вписанный шестиугольник.

Для деления окружности на три равные части и построения правильного вписанного треугольника достаточно провести дугу окружности радиусом R из точки B, как из центра (рис. 13, *в*); сторона треугольника $a_3 = 0,866D$.

Для деления окружности на 12 равных частей (рис. 13, *г*) описывают две дуги окружности радиусом R из концов вертикального диаметра (из точек A и B) и две дуги того же радиуса из концов горизонтального диаметра (из точек C и D); сторона двенадцатиугольника $a_{12} = 0,259D$.

Деление окружности на семь равных частей и построение правильного вписанного семиугольника (рис. 13, *д*) выполняют с помощью половины стороны вписанного треугольника, приблизительно равной стороне вписанного семиугольника, т. е. a_7 равно половине хорды MN; сторона семиугольника $a_7 = 0,434D$.

Для деления окружности на пять или десять равных частей (рис. 13, *е*) проводят два взаимно перпендикулярных диаметра AB и CD.

Радиус OD делят пополам и из полученной точки O_1, как из центра, описывают дугу окружности радиусом, равным O_1A, до пересечения с горизонтальным диаметром CD в точке M. Отрезок AM равен стороне правильного вписанного пятиугольника (a_5), а отрезок OM равен длине стороны правильного вписанного десятиугольника (a_{10}); сторона вписанного пятиугольника $a_5 = 0,588D$, а сторона вписанного десятиугольника $a_{10} = 0,309D$.

Деление окружности на любое число n равных частей (рис. 14). Строят окружность заданного диаметра и проводят два взаимно перпендикулярных диаметра AB и CD. Вертикальный диаметр делят на n равных частей (в данном случае на 9); из какого-либо конца этого же диаметра, как из центра, проводят дугу окружности радиусом, равным d, до пересечения с горизонтальным диаметром в точке T (аналогичная точка, не показанная на чертеже, строится и с левой стороны).

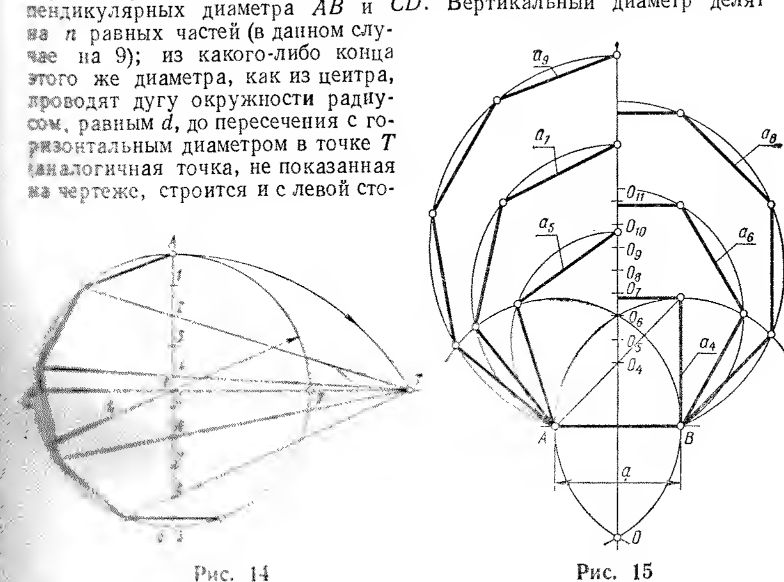


Рис. 14 Рис. 15

Из точки T проводят лучи через четные или нечетные деления диаметра AB. В точках пересечения лучей с окружностью получают искомые вершины стороны девятиугольника. Величина погрешности при таком построении не превышает $0,02d$.

Для определения с достаточной для практики точностью длины стороны любого правильного многоугольника или для деления окружности на любое число равных частей можно воспользоваться данными, приведенными в табл. 3, по которым при заданном диаметре окружности d можно определить сторону a многоугольника. Например, длина стороны правильного семнадцатиугольника, вписанного в окружность диаметром 90 мм, равна $0,183750 \times 90 = 16,5375$ мм $\approx 16,5$ мм.

Приближенный способ построения правильных многоугольников по данной стороне a (рис. 15). Из концов отрезка (точек A и B) радиусом $AB = a$ проводят две дуги окружностей до взаимного их пересечения в точках O и O_6. Перпендикуляры, восстановленные из точек A и B к стороне AB, пересекая проведенные дуги, определяют вершины квадрата (на рис. 15 отмечена одна из них). Центр O_4 окружности, описанной около квадрата, расположен в точке пересечения диагонали квадрата с вертикальной прямой OO_6. Величину отрезка O_4—O_6 делят

Таблица 3

Зависимость длины стороны a правильного многоугольника, вписанного в окружность, от диаметра окружности d

Число сторон многоугольника n	Длина стороны a многоугольника	Число сторон многоугольника n	Длина стороны a многоугольника
3	0,866025d	14	0,222521d
4	0,707107d	15	0,207912d
5	0,587785d	16	0,195090d
6	0,500000d	17	0,183750d
7	0,433884d	18	0,173648d
8	0,382683d	19	0,164595d
9	0,342020d	20	0,156434d
10	0,309017d	21	0,149042d
11	0,281733d	22	0,142315d
12	0,258819d	23	0,136167d
13	0,239316d	24	0,130526d

пополам и находят O_5 — центр окружности вписанного пятиугольника. Величину O_5—O_6 откладывают из точки O_6 вверх и отмечают центры O_7, O_8, O_9 . . . и т. д. Для построения, например, семиугольника из центра O_7 радиусом O_7—A проводят окружность, в которой сторона a уложится 7 раз.

Воспользовавшись табл. 4, можно, зная длину стороны a, определить с достаточной точностью величину радиуса R описанной окружности и построить правильный вписанный многоугольник. Например, если необходимо по заданной стороне $a = 50$ мм построить правильный вписанный одиннадцатиугольник, то радиус описанной окружности вокруг данного одиннадцатиугольника будет $R = 1{,}755 \times 50 = 87{,}7$ мм.

Построение правильных прямоугольников, описанных около окружности. Для построения правильного описанного треугольника (рис. 16,*а*) из центра заданной окружности радиуса R_1 проводят окружность радиусом $R_2 = 2R_1$ и делят ее на три равные части. Точки деления A, B, C являются вершинами правильного треугольника, описанного около окружности радиуса R_1.

Таблица 4

Зависимость радиуса описанной окружности R от длины стороны a вписанного многоугольника

Число сторон n	Радиус R описанной окружности	Число сторон n	Радиус R описанной окружности
3	0,577a	8	1,307a
4	0,707a	9	1,462a
5	0,851a	10	1,618a
6	1,000a	11	1,755a
7	1,152a	12	1,932a

Для построения квадрата, описанного вокруг окружности (рис. 16, *б*), из концов вертикального и горизонтального диаметров окружности (точек *1*, *2*, *3*, *4*) радиусом R описывают дуги окружности до их взаимного пересечения в точках A, B, C, D. Эти точки и являются вершинами описанного квадрата.

На рис. 16, *в* построен шестиугольник, описанный вокруг окружности. Для этого указанным выше способом (рис. 16, *б*) строят вначале вершины описанного квадрата и проводят вертикальные стороны квадрата. Через точки деления окружности *2*, *5* и *3*, *6* проводят прямые

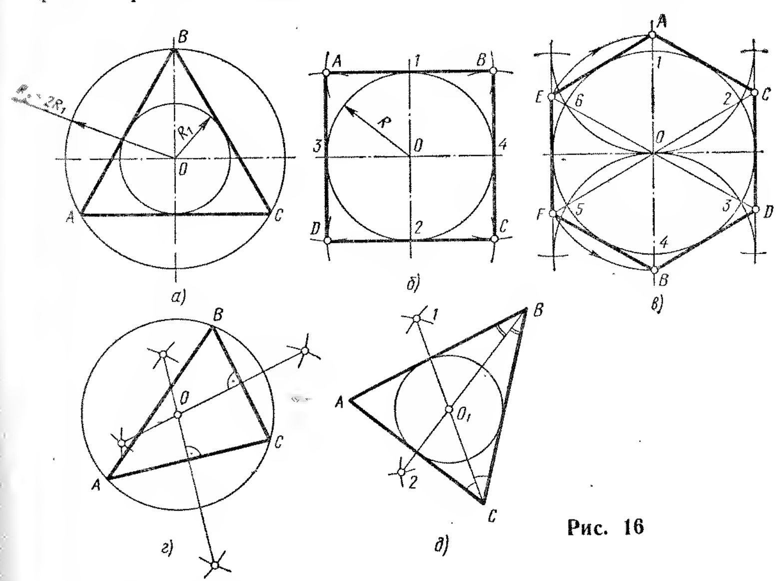


Рис. 16

до пересечения с вертикальными сторонами квадрата. Получают вершины C, D, F, E правильного описанного шестиугольника. Вершины A и B определяют с помощью дуги окружности радиуса OE, которую проводят до пересечения с продолжением вертикального диаметра заданной окружности.

Построение правильных описанных многоугольников можно производить с помощью линейки и угольника.

Построение центра окружности, описанной вокруг треугольника ABC (рис. 16, *г*) и вписанной в треугольник ABC (рис. 16, *д*). Центр O описанной окружности находится в точке пересечения перпендикуляров, проведенных к серединам сторон треугольника, а центр O_1 вписанной окружности определяют в точке пересечения биссектрис углов треугольника.

СОПРЯЖЕНИЯ

Касание есть плавный переход одной линии в другую. Сопряжение есть плавный переход одной линии в другую, выполненный при помощи промежуточной линии. Чаще всего промежуточной линией служит дуга окружности.

Построение сопряжений основано на следующих геометрических положениях:

а) переход окружности на прямую только тогда будет плавным, когда данная прямая является касательной к окружности (рис. 17, *а*). Радиус окружности, проведенный в точку касания A, перпендикулярен к касательной прямой t;

б) переход в данной точке A с одной окружности на другую только тогда будет плавным, когда окружности имеют в данной точке общую касательную (рис. 17, *б* и *в*). Точка касания A и центры окружностей O_1 и O_2 лежат на одной прямой. Касание называется внешним, если центры O_1 и O_2 лежат по разные стороны от касательной t (рис. 17, *б*), и внутренним, если центры находятся по одну сторону от общей касательной (рис. 17, *в*).

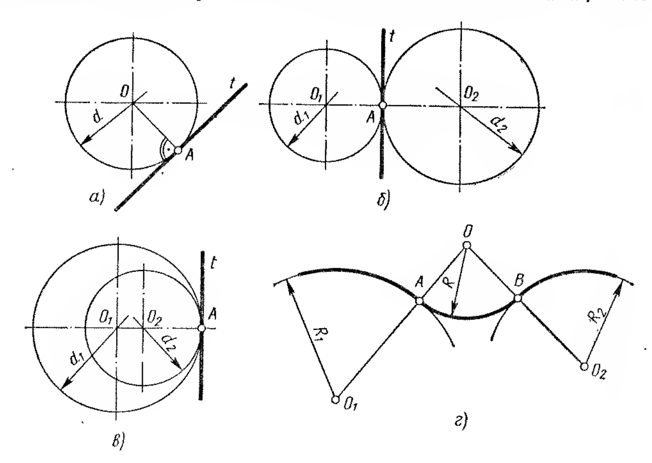


Рис. 17

В теории сопряжений применяются специфические термины, а именно (рис. 17, *г*): точка O — центр сопряжения; R — радиус сопряжения; точки A и B — точки сопряжения; дуга AB — дуга сопряжения.

Выработка плана решения задач на построение сопряжений основана на методе геометрических мест.

Алгоритм решения задач на построение сопряжений двух линий при заданном радиусе сопряжения может быть сформулирован следующим образом.

1. Построить геометрическое место точек, удаленных на расстоянии радиуса сопряжения от первой из сопрягаемых прямых.
2. Построить аналогичное геометрическое место точек от второй из сопрягаемых прямых.
3. На пересечении данных геометрических мест определить центр сопряжения.
4. Определить точку сопряжения на первой из сопрягаемых линий.
5. Определить точку сопряжения на второй из сопрягаемых линий.

6. В границах между точками сопряжений провести дугу сопряжения. В некоторых случаях построение можно упростить, например, по рис. 18, *а*.

Рассмотрим три группы задач на построение сопряжений.

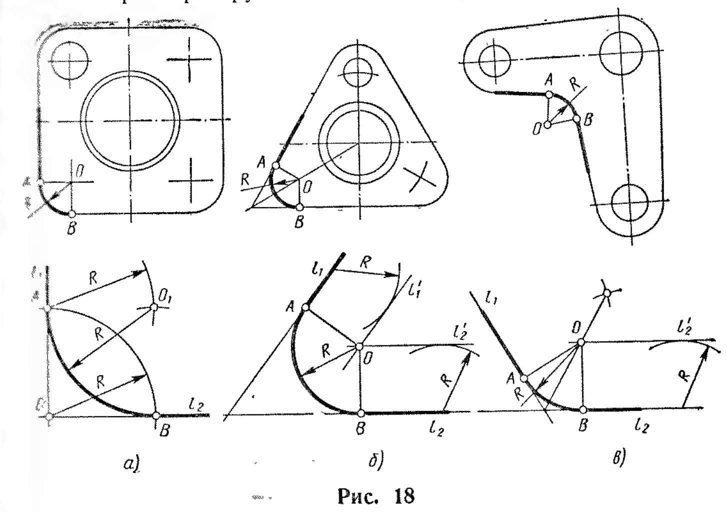


Рис. 18

СОПРЯЖЕНИЕ ДВУХ ПРЯМЫХ ЛИНИЙ

Сопряжение сторон l_1, l_2 прямого угла дугой радиуса R (рис. 18, *а*). Из вершины O прямого угла проводят дугу окружности радиусом R и получают точки сопряжения A и B. Центр сопряжения находится на пересечении дуг, проведенных из точек A и B, как из центров, тем же радиусом R. Из центра сопряжения O_1 проводят между точками A и B дугу сопряжения.

Сопряжение сторон l_1, l_2 острого угла дугой радиуса R (рис. 18, *б*). Центр сопрягающей дуги должен быть удален от каждой из прямых на величину, равную радиусу R. Проводят две прямые l_1' и l_2', параллельные данным прямым l_1 и l_2 и удаленные от них на расстояние R. Пересечение этих прямых — точка O — есть центр сопряжения. Опускают из центра O перпендикуляры на стороны угла и получают точки сопряжения A и B.

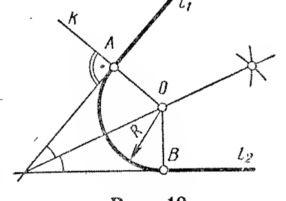


Рис. 19

Сопряжение сторон l_1, l_2 тупого угла дугой радиуса R (рис. 18, *в*). Элементы сопряжения могут быть найдены так же, как и для острого угла. На рис. 18, *в* задача решена другим способом. Геометрическим местом центров дуг, сопрягающих две пересекающиеся прямые, является биссектриса угла между этими прямыми. Следовательно, центр сопряжения O определяется на пересечении биссектрисы угла между прямыми l_1 и l_2 с прямой l_2', проведенной параллельно одной из сторон угла на расстоянии R. Дальнейшее решение не отличается от преды-

дущей задачи. На рис. 18, *а*, *б* и *в* приведены примеры деталей, где встречаются рассмотренные случаи сопряжений.

Сопряжение двух пересекающихся прямых l_1 и l_2, на одной из которых задана точка сопряжения A (радиус сопряжения не задан) (рис. 19). Центр сопряжения O находится на пересечении двух геометрических мест: биссектрисы угла между прямыми l_1 и l_2 и перпендикуляра, восставленного из точки A к прямой l_1 (этот перпендикуляр является геометрическим местом центров окружностей, касательных к прямой l_1 в точке A). Из точки O опускают перпендикуляр на вторую прямую l_2 и получают точку сопряжения B. Радиусом OA проводят дугу сопряжения.

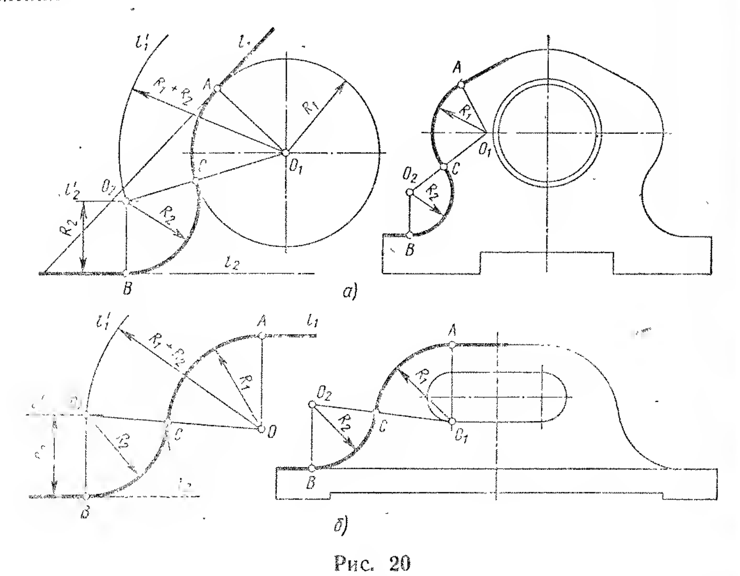


Рис. 20

Сопряжение двух пересекающихся прямых l_1 и l_2 дугами радиусов R_1 и R_2 (рис. 20, *а*) (точка сопряжения A задана). На перпендикуляре, восставленном к прямой l_1 в точке A, откладывают отрезок AO_1, равный радиусу R_1, и получают центр сопряжения O_1. Для получения второго центра сопряжения O_2 строят два геометрических места точек: прямую l_2', параллельную l_2 и отстоящую от нее на расстоянии R_2, и окружность из центра O_1 радиусом $R_1 + R_2$, концентричную окружности радиуса R_1. Пересечение этих геометрических мест есть второй центр сопряжения O_2. На линии центров O_1O_2 находят точку сопряжения C двух дуг. Точка пересечения перпендикуляра, опущенного из центра O_2 к прямой l_2, определяет положение точки B сопряжения второй дуги с прямой l_2. Из центра O_1 радиусом R_1 проводят дугу сопряжения между точками A и C, а из центра O_2 радиусом R_2 — дугу между точками C и B.

На рис. 20, *б* изображен аналогичный случай построения сопряжения двух параллельных прямых l_1 и l_2 и даны технические примеры с применением указанных сопряжений.

Сопряжение двух параллельных прямых l_1 и l_2, если заданы точки сопряжения A, B и C (рис. 21, *а*). Геометрическим местом центров окружностей, проходящих через точки A и C, является перпендикуляр, проведенный к середине отрезка AC. Пересечение этого перпендикуляра с перпендикуляром, восставленным из точки A к прямой l_1, дает центр сопряжения O_1. Второй центр сопряжения определяется на пересечении линии центров O_1C с перпендикуляром, восставленным из точки B к прямой l_2. Из центра O_1 радиусом $R_1 = O_1A$ проводят дугу между точками A и C, а из центра O_2 радиусом $R_2 = O_2B$ — дугу между точками сопряжений B и C.

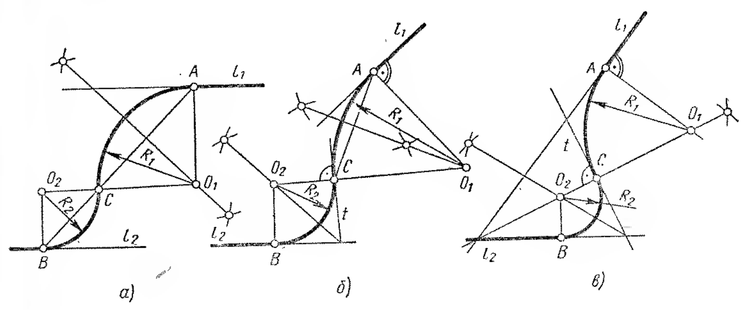


Рис. 21

Сопряжение двух пересекающихся прямых l_1 и l_2, если заданы точки сопряжения A и C (рис. 21, *б*). Первый центр сопряжения O_1 определяют на пересечении перпендикуляра, восставленного из точки A к прямой l_1, с перпендикуляром, проведенным к середине отрезка AC. Между точками A и C проводят дугу окружности радиусом $R_1 = O_1A$. В точке C строят касательную t к дуге проведенной окружности. Второй центр сопряжения O_2 определяют на пересечении линии центров O_1C с биссектрисой угла между прямыми t и l_2. Опуская из центра O_2 перпендикуляр на вторую из сопрягаемых прямых l_2, определяют точку сопряжения B.

Сопряжение двух пересекающихся прямых l_1 и l_2, если дана точка сопряжения A (рис. 21, *в*). Центр сопряжения O_1 определяют на пересечении биссектрисы угла между прямыми l_1 и l_2 с перпендикуляром, восставленным из точки A к прямой l_1. Из точки O_1, как из центра, проводят дугу сопряжения радиусом $R_1 = O_1A$ до пересечения с биссектрисой в точке C. Дальнейшее решение как в предыдущей задаче, т. е. в точке C, проводят касательную t к дуге окружности и строят биссектрису угла между прямыми l_2 и t. Пересечение биссектрисы с линией центров O_1C есть второй центр сопряжения O_2.

СОПРЯЖЕНИЕ ПРЯМОЙ С ОКРУЖНОСТЬЮ

Возможны три случая построения сопряжений прямой с окружностью:

1) задан радиус дуги сопряжения;
2) задана точка сопряжения на прямой
3) задана точка сопряжения на окружности.

Во всех трех случаях сопряжение может быть внешним или внутренним.

Построить сопряжение прямой l с окружностью m, если задан радиус сопряжения R (рис. 22, *а*). Из центра окружности O_1 проводят вспомогательную дугу радиусом $R_1 + R$. На расстоянии, равном радиусу R сопрягающей дуги, параллельно заданной прямой l проводят прямую l_1. Точка O пересечения вспомогательной дуги и прямой есть центр дуги сопряжения. Одна точка сопряжения A лежит на пересечении линии центров O_1O с дугой окружности m, а вторая точка B определяется как точка пересечения прямой l с перпендикуляром, опущенным из центра дуги сопряжения — точки O.

При внутреннем сопряжении (рис. 22, *б*) определение центра дуги сопряжения — точки O и точек касания A и B аналогично предыдущему случаю с той лишь разницей, что радиус вспомогательной дуги m_1 равен $R_1 - R$.

Построить сопряжение прямой l с окружностью m, если на прямой l задана точка сопряжения A (рис. 23, *а*). Построение основано на том, что центр сопряжения O — вершина равнобедренного треугольника ABO, а вершины основания треугольника — точки сопряжения A и B. Так как точка сопряжения B неизвестна, то строят треугольник CO_1O, подобный треугольнику ABO. Для этого из точки сопряжения A восставляют перпендикуляр к прямой l и откладывают отрезок AC, равный радиусу R_1 заданной окружности. Соединяют точки C и O_1 и восставляют перпендикуляр к середине отрезка CO_1. Пересечение этого перпендикуляра с перпендикуляром, проведенным из точки A к прямой l, есть центр сопряжения O. Вторая точка сопряжения B находится на пересечении линии центров OO_1 с дугой окружности m.

На рис. 23, *б* дано решение той же задачи для случая внутреннего сопряжения. Решение аналогично предыдущему (см. рис. 23, *а*).

Построить сопряжение прямой l с дугой окружности m, если дана точка сопряжения A **на дуге окружности** (рис. 24, *а*). В точке A строят касательную t к дуге окружности и проводят биссектрису угла между прямыми l и t. Пересечение этой биссектрисы с линией центров AO_1 есть центр сопряжения O. Из точки O опускают перпендикуляр на прямую l и определяют точку сопряжения B. Радиусом $R = OA$ из центра O проводят дугу сопряжения между точками A и B.

На рис. 24, *б* дано решение той же задачи для случая внутреннего сопряжения. Порядок решения тот же, что и в предыдущей задаче (см. рис. 24, *а*).

На рис. 25, *а* и *б* даны технические примеры с применением рассмотренного случая сопряжения.

СОПРЯЖЕНИЕ ДВУХ ОКРУЖНОСТЕЙ

Возможны два случая построения сопряжений двух окружностей:
1) задан радиус сопряжения;
2) задана точка сопряжения на одной из окружностей.

Сопряжение может быть внешним, внутренним и смешанным.

Построить сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса R (рис. 26, *а*). При внешнем сопряжении центр сопрягающей дуги — точка O — определяется пересечением двух геометрических мест — вспомогательных окружностей радиусов $R_1 + R$ и $R_2 + R$, проведенных соответственно из центров сопрягаемых дуг, т. е. из точек O_1 и O_2. Точки сопряжения A и B определяются как точки пересечения заданных дуг с прямыми OO_1 и OO_2.

Внутреннее сопряжение дуг радиусов R_1 и R_2 дугой радиуса R показано на рис. 26, *б*. Для определения центра O дуги сопряжения

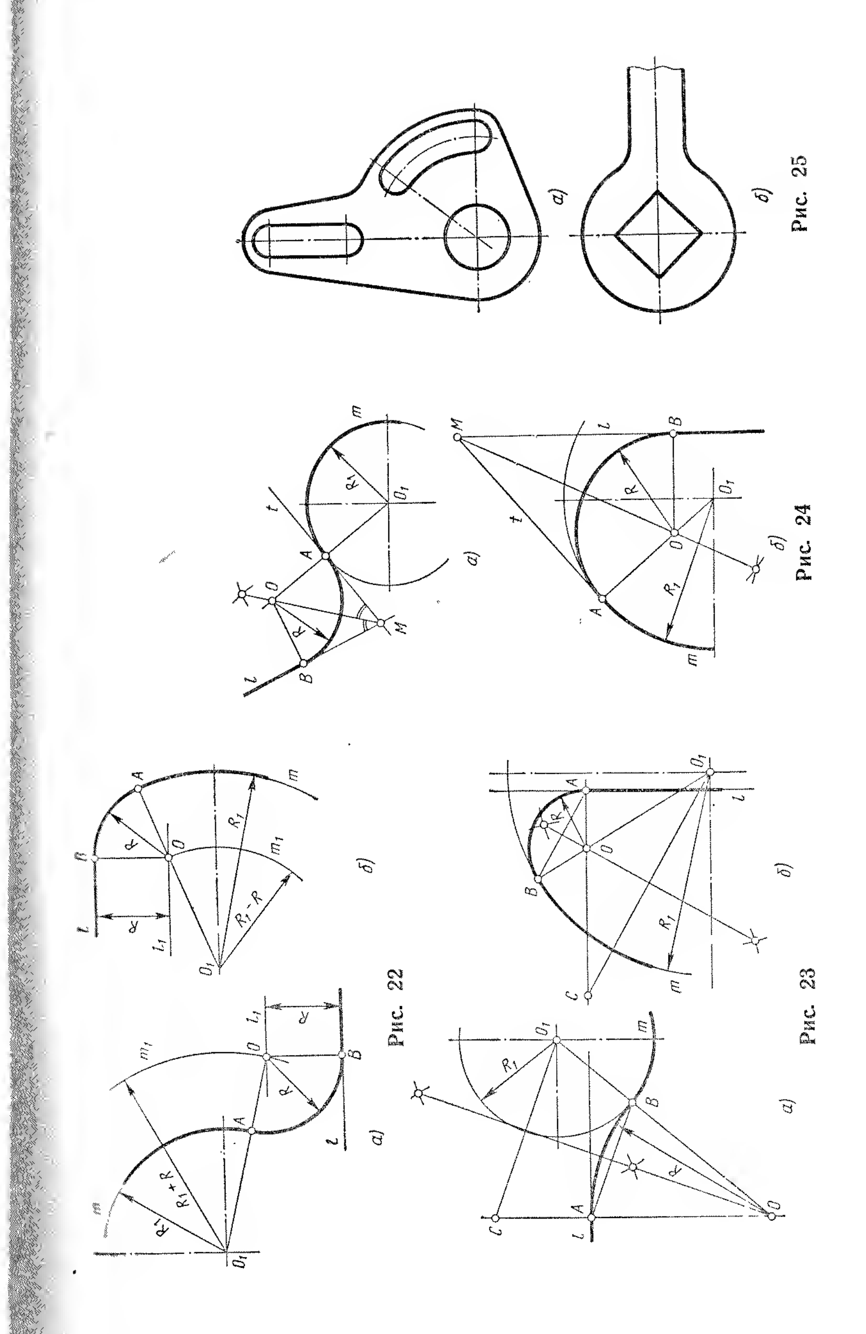


Рис. 22

Рис. 23

Рис. 24

Рис. 25

проводят из точек O_1 и O_2 — два геометрических места — вспомогательные дуги радиусами $R - R_1$ и $R - R_2$. Точка O пересечения этих дуг и является центром дуги сопряжения. Из точки O через точки O_1 и O_2 проводят прямые до пересечения с окружностями и получают точки сопряжения A и B.

При смешанном сопряжении центр сопряжения O определяется в пересечении двух геометрических мест — вспомогательных окружностей радиусов $R + R_1$ и $R - R_2$ (рис. 27) (либо $R - R_1$ и $R + R_2$),

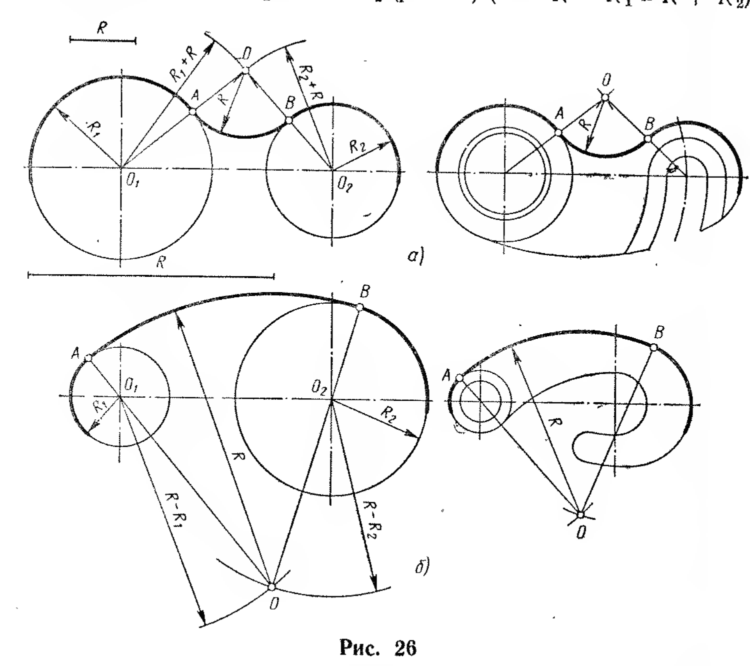


Рис. 26

проведенных соответственно из центров окружностей O_1 и O_2. Точки сопряжения A и B лежат на пересечении линий центров O_1O и O_2O с дугами заданных окружностей.

Технические примеры применения случаев сопряжения двух окружностей приведены на рис. 26 и 27. Условиями возможности решения задач на построение сопряжений двух окружностей являются:

для внешнего сопряжения $R \geqslant \frac{O_1O_2 - (R_1 + R_2)}{2}$;

для внутреннего сопряжения $R > \frac{R_1 + R_2 + O_1O_2}{2}$;

для смешанного сопряжения $R > \frac{O_1O_2 + R_1 - R_2}{2}$.

Построение сопряжения двух окружностей, если задана точка сопряжения A на одной из окружностей (рис. 28). Соединяют точку A

с центром O_1 и откладывают на этой прямой отрезок AC, равный R_2. К середине отрезка CO_2 восставляют перпендикуляр до пересечения с продолжением линии AO_1. Точка O пересечения и является центром дуги сопряжения. Вторая точка сопряжения B лежит на пересечении линии центров OO_2 с дугой второй окружности.

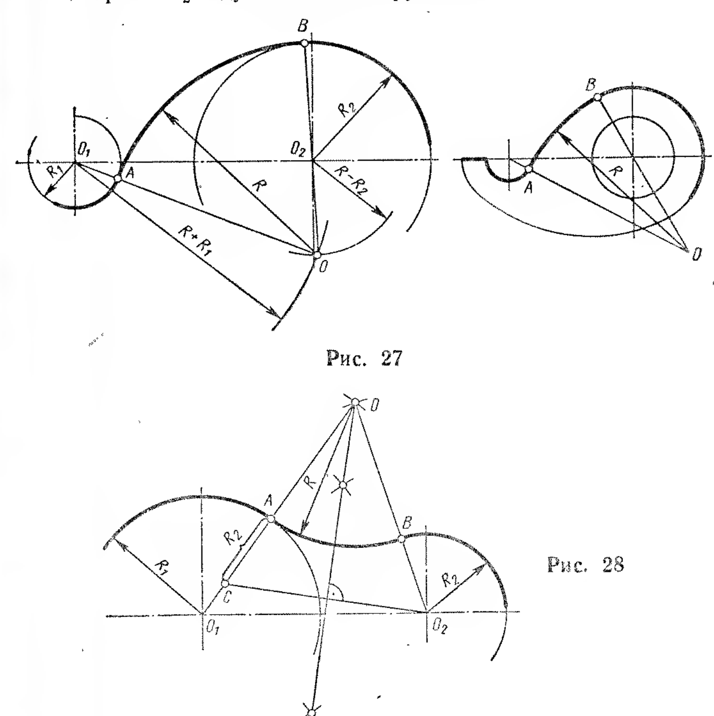


Рис. 27

Рис. 28

ПОСТРОЕНИЕ КАСАТЕЛЬНЫХ

Построение касательных к окружности основано на том, что касательная перпендикулярна к радиусу, проведенному в точку касания.

Построение касательной к окружности в заданной на ней точке A (см. рис. 17, *а*). Через центр окружности O и точку A проводят прямую и в точке A восставляют перпендикуляр t к радиусу OA, который и является искомой касательной.

Построение касательной к окружности из точки A, лежащей вне окружности (рис. 29, *а*). Отрезок OA, соединяющий данную точку с центром окружности, делят пополам и из полученной точки O_1, как из центра, описывают вспомогательную окружность радиусом O_1A. Вспомогательная окружность пересекает заданную в точке C. Прямая AC является касательной к окружности, так как угол ACO прямой как вписанный в окружность и опирающийся на ее диаметр.

Построение касательной к двум окружностям. Касательная к двум окружностям может быть внешней, если обе окружности расположены

с одной стороны от нее, и внутренней, если окружности расположены с разных сторон от касательной.

Построение внешней касательной к окружностям радиусов R_1 и R_2 (рис. 29, *б*). Из центра O_2 большей окружности проводят вспомогатель-

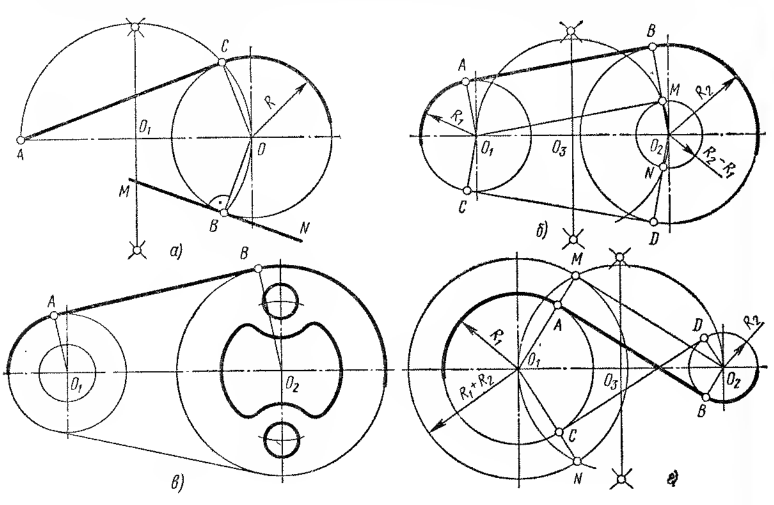


Рис. 29

ную окружность радиусом $R_2 - R_1$. Отрезок O_1O_2 делят пополам и проводят вспомогательную окружность радиусом O_3O_1. Точки пересечения этих окружностей M и N соединяют с центром O_2 и продолжают прямые до пересечения с окружностью радиуса R_2 в точках B и D. Эти точки являются точками касания окружности большего диаметра. Из центра O_1 проводят прямые O_1A и O_1C, соответственно параллельные O_2B и O_2D, до пересечения с контуром окружности в точках A и C. Прямые AB и CD — искомые внешние касательные к двум окружностям.

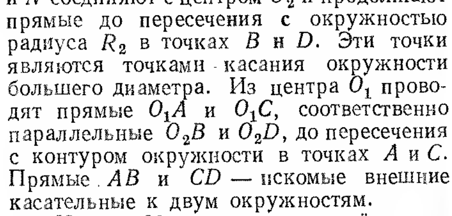


Рис. 30

На рис. 29, *в* дан технический пример применения внешних касательных.

Построение внутренней касательной к двум окружностям радиусов R_1 и R_2 (рис. 29, *г*). Из центра одной из окружностей, например из O_1, проводят вспомогательную окружность радиусом $R_1 + R_2$. Делят отрезок O_1O_2 пополам и из полученной точки O_3 проводят вторую вспомогательную окружность радиусом O_3O_1. Точки пересечения этих окружностей M и N соединяют с центром O_3 и на пересечении с окружностью радиуса R_1 получают точки касания A и C. Из точки O_2 проводят прямую, параллельную O_1A, и получают точку касания B

на малой окружности. Аналогично построена точка касания D. Прямые AB и CD — искомые внутренние касательные к двум окружностям.

Построение сопряжения дугами окружностей четырех пересекающихся прямых l, l_1, l_2, l_3 (рис. 30). Произвольно выбранную точку O, лежащую на биссектрисе угла между прямыми l и l_1, принимают за первый центр сопряжения. Перпендикуляры, опущенные из этого центра на прямые l и l_1, определяют точки сопряжения A и B. Второй центр O_1 сопряжения находят на пересечении биссектрисы угла между прямыми l_1 и l_2 с перпендикуляром BO. Третий центр сопряжения O_2 определяют в точке пересечения биссектрисы угла между прямыми l_2 и l_3 с продолжением перпендикуляра O_1C.

КОРОБОВЫЕ КРИВЫЕ

Коробовой кривой называется односторонне выпуклая замкнутая или незамкнутая линия, состоящая из сопряженных дуг окружностей разных радиусов. Существует несколько разновидностей коробовых кривых.

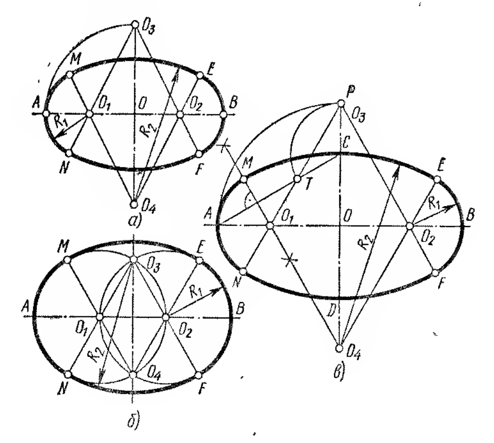


Рис. 31

Овал — замкнутая коробовая кривая, имеющая две оси симметрии.

Построение овала по заданной большой оси AB (рис. 31, *а*). Делят большую ось AB на четыре равные части и получают центры сопряжения O_1 и O_2. Из точки O радиусом OA проводят дугу до пересечения с вертикальной осью овала в точках O_3 и O_4. Получают вторую пару центров сопряжения. Точки касания располагаются на прямых O_1O_3; O_1O_4; O_2O_3; O_2O_4. Из центра O_1 радиусом $R_1 = O_1A$ проводят дугу окружности до пересечения ее с прямыми O_1O_3 и O_1O_4 в точках N и M, являющихся точками сопряжения. Аналогично получают точки сопряжения E и F. Дуги $\widehat{ME}$ и $\widehat{NF}$ проводят из центров O_4 и O_3 радиусом $R_2 = O_4E = O_3F$.

Построение овала делением большой оси на три равные части (рис. 31, *б*). Центры сопряжения O_1 и O_2 определяют делением оси овала AB на три равные части, а центры O_3 и O_4 находятся на пере-

сечении окружностей, проведенных из точек O_1 и O_2 радиусом $R_1 = O_2B$. Последующее построение аналогично предыдущей задаче.

Построение овала по двум заданным осям AB и CD (рис. 31, *в*). Проводят две взаимно перпендикулярные прямые и откладывают на них от точки O в обе стороны по горизонтали отрезок $OA = \frac{AB}{2}$, а по вертикали — отрезок $OC = \frac{CD}{2}$. Точки A и C соединяют прямой и из точки O описывают радиусом OA дугу окружности до пересечения с вертикальной осью в точке P. На прямой AC откладывают отрезок

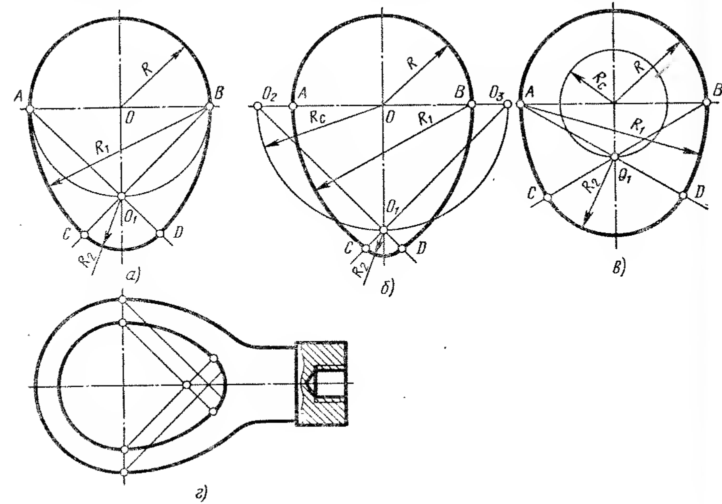


Рис. 32

$CT = CP$. К середине отрезка AT восставляют перпендикуляр и на пересечении его с прямыми AB и CD получают центры сопряжения O_1 и O_4. Симметрично им относительно центра овала O определяют точки O_2 и O_3. Точки касания дуг овала располагаются на прямых O_1O_3; O_1O_4; O_2O_3; O_2O_4. Из центров O_1 и O_2 описывают дуги радиусом $R_1 = O_2B$, а из центров O_3 и O_4 — дуги радиусом $R_2 = O_4C$. Получают контур овала.

Овоид — замкнутая коробовая кривая, имеющая одну ось симметрии.

Построение овоида по заданной его ширине AB (рис. 32, *а*). Из центра O проводят окружность радиусом $R = \frac{AB}{2}$ и на вертикальной оси отмечают точку O_1.

Проводят прямые AO_1 и BO_1 и продолжают их за точку O_1. Из точек A и B, как из центров, проводят дуги окружностей радиусом $R_1 = AB$ до пересечения с прямыми AO_1 и BO_1 в точках C и D. Замыкающую дугу радиусом $R_2 = O_1C$ проводят из центра O_1.

Если центр O_1 расположить ближе к центру O или дальше от него, то овоид получается соответственно более тупой или острой формы.

На рис. 32, *б* построен овоид удлиненной формы. Для этого из точки O проводят дугу окружности радиусом $R_C > R$ до пересечения с прямой AB в точках O_2 и O_3. Последующие построения аналогичны предыдущей задаче.

На рис. 32, *в* построен овоид тупой формы. В этом случае в отличие от построения, приведенного на рис. 32, *б*, окружность проводят радиусом $R_C < R$.

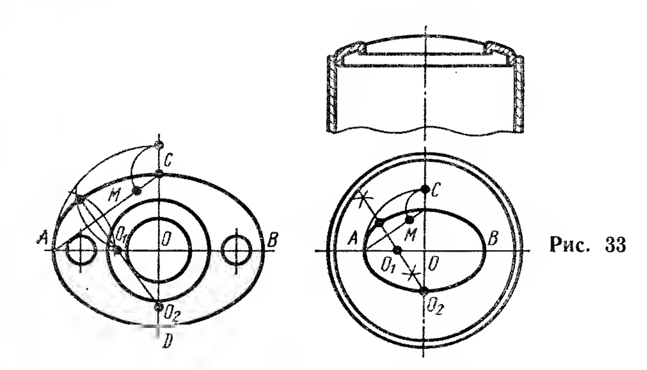


Рис. 33

Пример применения овоида для рукоятки показан на рис. 32, *г*, а на рис. 33 — применение овала для построения фланца и люка в резервуаре.

ПОСТРОЕНИЕ СПИРАЛЬНЫХ КРИВЫХ — ЗАВИТКОВ

Завиток — кривая, приближающаяся по форме к спирали и выполняемая дугами окружностей.

Построение двухцентрового завитка (рис. 34, *а*). Из центра O радиусом R, равным заданному между центрами расстоянию ($R = OO_1$), проводят полуокружность до пересечения ее с прямой MN в точке A. Из центра O_1 радиусом, равным $2R$, проводят полуокружность до пересечения с прямой MN в точке B. Далее, снова из центра O радиусом, равным $3R$, проводят полуокружность до пересечения с прямой MN в точке C и т. д.

Построение трехцентрового завитка (рис. 34, *б*). Центры O_1, O_2 и O_3 завитка являются вершинами равностороннего треугольника. Из центра O_1 радиусом $R = O_1O_3$ проводят дугу окружности до пересечения с продолжением линии центров O_1O_2 в точке A. Из центра O_2 радиусом $2R$ проводят дугу окружности до пересечения с продолжением линии центров O_2O_3 в точке B. Далее, на пересечении дуги окружности радиуса $3R$, проведенной из центра O_3, с продолжением линии центров O_3O_1 находят точку C и т. д.

На рис. 34, *в* дано построение четырехцентрового завитка, а на рис. 34, *г* — шестицентрового завитка. Порядок построения тот же, что и в предыдущих случаях.

На рис. 35 показано применение четырехцентрового завитка при конструировании кожуха вентилятора. На рис. 36 изображена спиральная пружина, конструируемая по типу двухцентрового завитка.

2 Заказ 1011

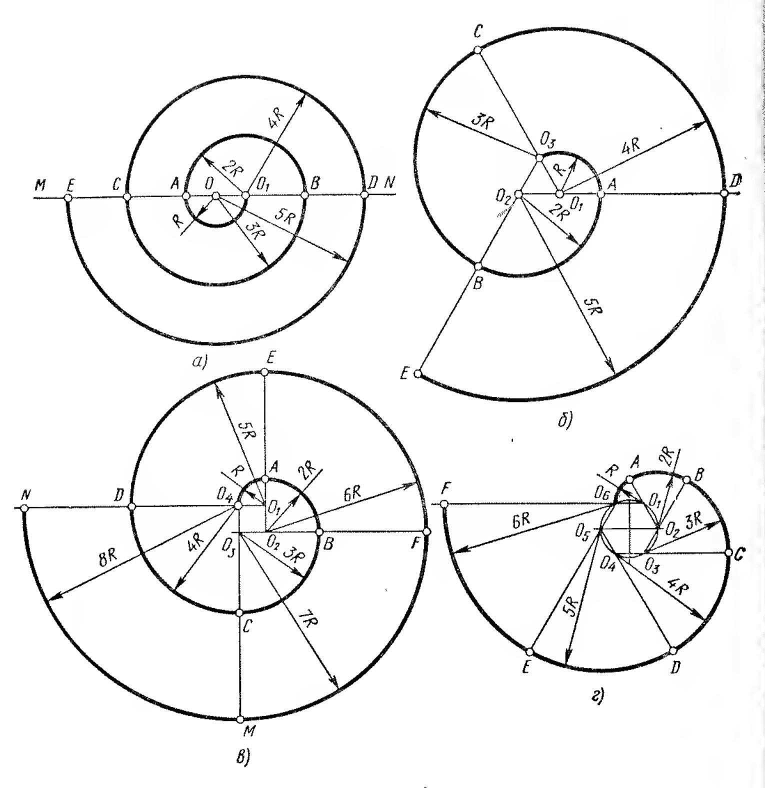


Рис. 34

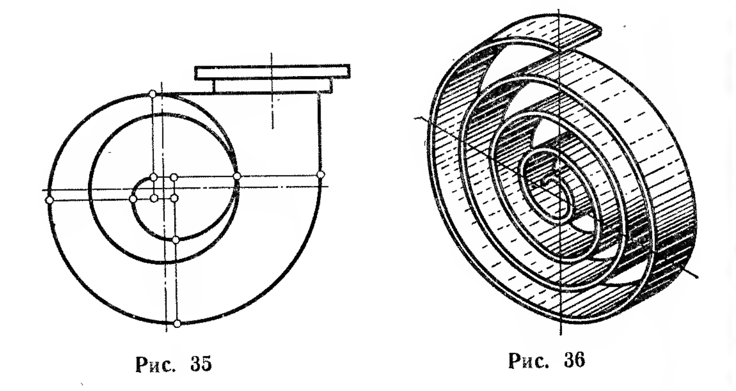


Рис. 35

Рис. 36

ЭЛЛИПС

Эллипсом называется геометрическое место точек M плоскости, сумма расстояний которых от двух данных точек F_1 и F_2 есть величина постоянная и равная отрезку AB (рис. 37, *а*). Точки F_1 и F_2 называются *фокусами эллипса*; отрезок AB — *большой осью*; отрезок CD, перпендикулярный к AB,— *малой осью*; точка O — *центром эллипса*. Большую ось выражают через $2a$, малую — через $2b$, отрезок F_1F_2 (расстояние между фокусами) — через $2c$.

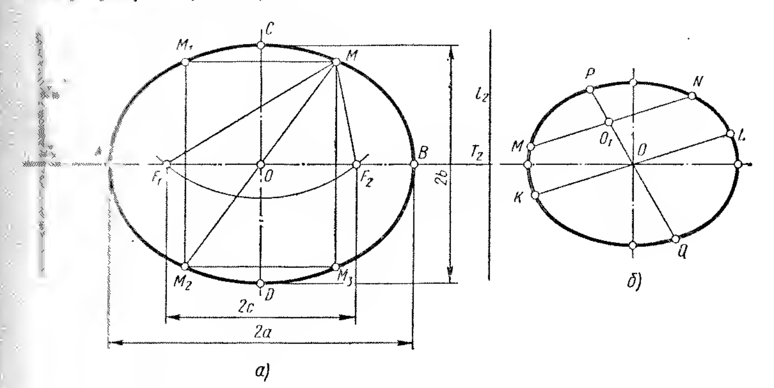


Рис. 37

Прямые, соединяющие произвольную точку M эллипса с фокусами, называются *радиус-векторами* данной точки. Согласно определению, сумма расстояний любой точки эллипса до его фокусов, т. е. сумма радиус-векторов, равна длине большой оси:

$$MF_1 + MF_2 = AB = 2a.$$

Из этого следует, что $CF_1 + CF_2 = 2a$, но $CF_1 = CF_2$, следовательно, $CF_1 = a$. Поэтому для нахождения фокусов эллипса, если даны его оси, необходимо из конца малой оси, например точки C, провести дугу радиусом, равным a (половине большой оси), которая пересечет большую ось в точках F_1 и F_2 — фокусах эллипса.

Между величинами a, b и c существует следующая зависимость:

$$a^2 = b^2 + c^2.$$

Уравнение эллипса выражается формулой

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1.$$

Отношение величины малой оси эллипса к большой $\left(\frac{b}{a}\right)$ называется *коэффициентом сжатия эллипса*, а отношение фокусного расстояния к большой оси — *эксцентриситетом эллипса* $\left(\frac{c}{a} = e\right)$.

Директрисами называются прямые l_1 и l_2 (см. рис. 37, *а*), параллельные малой оси эллипса и отстоящие от его центра на расстоянии

$$OT_1 = OT_2 = \frac{a}{e} = \frac{a^2}{c}.$$

Каждой точке эллипса соответствуют две точки, расположенные симметрично относительно большой и малой осей, и одна точка, расположенная симметрично относительно центра эллипса. На рис. 37, *а* точки, симметричные точке M, обозначены M_1, M_2, M_3.

Прямая, проходящая через центр эллипса, называется его диаметром. Большая и малая оси называются главными диаметрами эллипса. Два диаметра эллипса называются сопряженными, если каждый из них делит пополам хорды, параллельные другому диаметру. Для построения диаметра PQ, сопряженного диаметру KL (рис. 37, *б*), проводят хорду MN, параллельную диаметру KL, и делят ее пополам. Соединив точки O и O_1, получают диаметр PQ, сопряженный данному.

Построение эллипса по большой оси AB и малой оси CD (рис. 38, *а*).

Способ 1. Из точки D, как из центра, радиусом $R = OA$ делают засечки на большой оси и получают точки F_1 и F_2 — фокусы эллипса. Намечают между точками F_1 и O несколько произвольных точек — 1, 2, 3, 4 . . ., каждая из которых дает возможность построить четыре точки эллипса. Приняв за центры фокусы F_1 и F_2, радиусом, равным отрезку $A—1$, проводят дуги окружностей; из тех же центров радиусом, равным отрезку $B—1$, проводят встречные дуги, пересекающие первые в точках I, I'. Аналогично, проводя из точек F_1 и F_2 дуги окружностей соответственно радиусами $A—2$ и $B—2$, получают в их пересечении точки очерка эллипса II, II' и т. д. На рис. 38, *а* обозначены радиусы $R_1 = B—3$ и $R_2 = A—3$ для получения точки III'. Соединив по лекалу найденные точки, получают эллипс.

Способ 2 (рис. 38, *б*). Из центра O проводят две вспомогательные окружности диаметрами, соответственно равными значениям большой оси эллипса AB и малой CD. Окружность большего диаметра делят на 12 равных частей (точки *1, 2, 3 . . . 12*) и через эти точки из центра O проводят пучок лучей $O—1$; $O—2$; $O—3$. . . Лучи пересекают малую

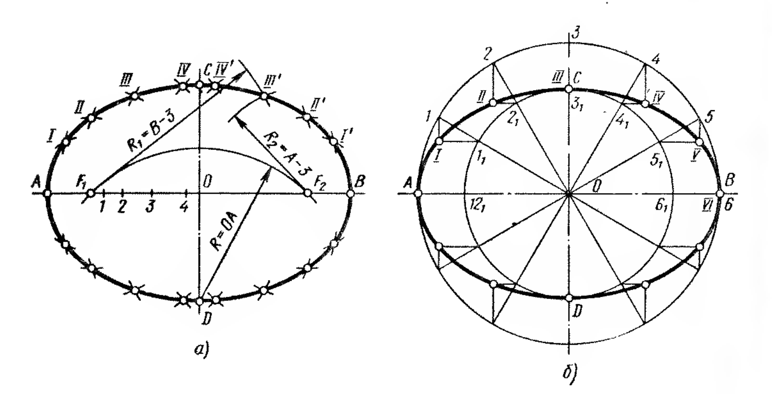


Рис. 38

окружность в точках 1_1, 2_1, 3_1 . . . 12_1. Из точек деления большой окружности проводят прямые, параллельные малой оси эллипса, а из точек деления малой окружности — прямые, параллельные большой оси эллипса. Например, отрезок $1—I$ параллелен оси CD, а отрезок $I—1_1$ параллелен большой оси эллипса AB. Полученные в пересечении точки I, II, III . . . являются искомыми точками кривой.

Основой этого способа построения является то, что при преобразовании окружности в эллипс все точки окружности получают одинаковую степень сжатия, соответствующую коэффициенту сжатия эллипса, т. е. $\frac{b}{a}$.

Способ 3 (рис. 39, *а*). На осях AB и CD, как на средних линиях, строят прямоугольник $PQRT$. Половину короткой стороны, например AP, делят на несколько равных частей. На столько же равных частей делят и прилежащую половину большой оси эллипса AO. Из точки C проводят пучок лучей через точки деления 1_2, 2_2, 3_2, а из точки D — пучок лучей через точки деления 1_1, 2_1, 3_1. Пересечением соответственных лучей этих пучков получают точки I, II, III, принадлежащие очерку эллипса. Используя свойство симметрии эллипса, по полученным точкам определяют точки, им симметричные, лежащие в остальных трех четвертях. На рис. 39, *а* показано определение точек II_1, II_2, II_3, симметричных относительно точки II.

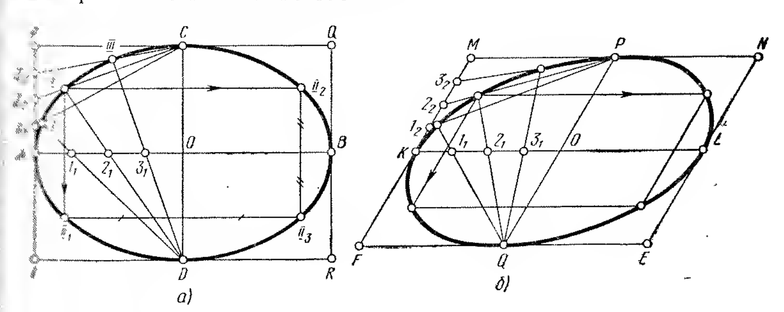


Рис. 39

В основе этого способа построения лежит теорема Паскаля об образовании кривой второго порядка в пересечении двух проективных пучков. Характер получаемой кривой зависит от способа организации проективных пучков.

Построение эллипса по сопряженным диаметрам PQ и KL. *Способ 1* (рис. 39, *б*). На сопряженных диаметрах, как на средних линиях, строят параллелограмм $MNEF$. Дальнейший ход решения аналогичен построению, приведенному на рис. 39, *а*.

Построение эллипса по сопряженным диаметрам AB и CD. *Способ 2* (рис. 40, *а*). На отрезке AB, как на диаметре, строят окружность. Примем, что диаметру A_1B_1 окружности соответствует диаметр AB эллипса. Так как по условию диаметры AB и CD сопряжены, то диаметру эллипса CD соответствует диаметр окружности C_1D_1, перпендикулярный к A_1B_1. Следовательно, точке C эллипса соответствует точка C_1 окружности. Проводят ряд хорд, параллельных диаметру C_1D_1; из точек 1_1, 2_1 . . . проводят прямые, параллельные $C_1—C$, а из

точек O_1, O_2 . . . — прямые, параллельные $C—D$. Взаимным пересечением этих прямых получают точки I, II, . . ., принадлежащие эллипсу.

На рис. 40, *б* показано построение точек эллипса с помощью полоски бумаги. На полоску бумаги наносят точки M и P на расстоянии,

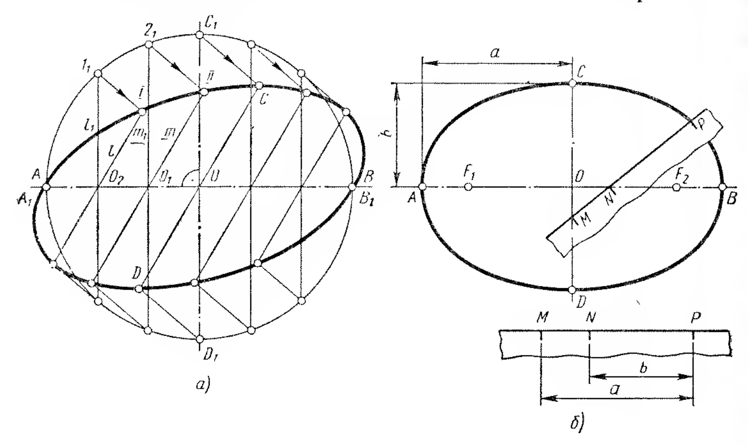


Рис. 40

равном a (большой полуоси), и точки N и P на расстоянии, равном b (малой полуоси). Перемещают эту полоску так, чтобы точка N находилась на большой оси эллипса, а точка M на направлении малой оси. Точка P будет отмечать точки, принадлежащие эллипсу.

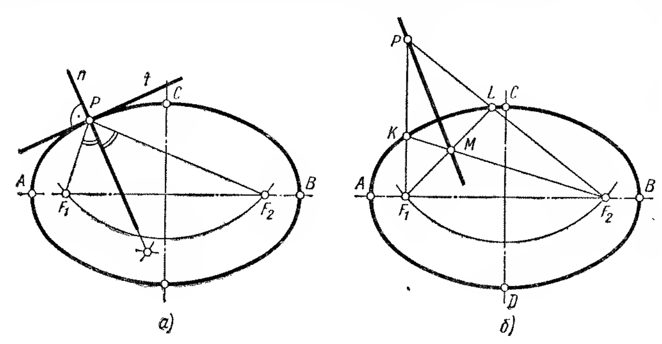


Рис. 41

Этот способ применяют при разметке, употребляя вместо полоски бумаги линейку с отверстиями, отвечающими точкам M, N и P. Через центр отверстия P отмечают керном точки очерка эллипса.

Построение нормали и касательной к эллипсу в заданной на его очерке точке P (рис. 41, *а*). Зная большую и малую оси эллипса, определяют фокусы F_1 и F_2 и соединяют их с заданной точкой P. Биссек-

трисса угла F_1PF_2 дает направление нормали n, а перпендикуляр к ней — направление касательной t в данной точке P.

Построение нормали к эллипсу из точки P, лежащей вне его очерка (рис. 41, *б*). Соединяют точку P с фокусами F_1 и F_2. Через полученные на очерке точки K и L проводят отрезки KF_2 и LF_1, дающие в пересечении точку M. Отрезок PM — искомая нормаль.

Определение главных осей эллипса по сопряженным диаметрам KL и PQ (рис. 42). Из точки P опускают перпендикуляр на линию KL и откладывают на нем отрезки $PE_1 = PE_2 = OK$. Точки E_1 и E_2

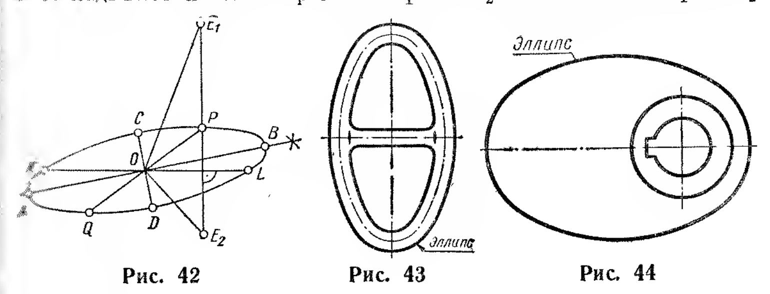


Рис. 42 Рис. 43 Рис. 44

соединяют с точкой O и проводят биссектрису угла E_1OE_2, которая дает направление большой оси эллипса; величина большой оси $AB = OE_1 + OE_2$. Малая ось эллипса перпендикулярна к оси AB, и величина ее $CD = OE_1 - OE_2$.

На рис. 43 и 44 даны технические примеры применения эллиптических кривых.

ПАРАБОЛА

Параболой называется геометрическое место точек P плоскости, равноудаленных от данной точки F (фокуса) и от данной прямой направляющей или директрисы MN (рис. 45, *а*).

Прямая BK — *ось параболы* или главный ее диаметр; F — *фокус параболы*; точка A — *вершина параболы*; прямая MN, перпендикулярная к оси параболы, — *директриса или направляющая*. Расстояние фокуса F от директрисы MN называется *параметром параболы* и обозначается P. Расстояние от вершины параболы до директрисы равно половине значения параметра P, т. е. $BA = AF = \frac{P}{2}$.

Прямая, соединяющая произвольную точку параболы с фокусом, называется *радиус-вектором*. Согласно определению параболы, величина радиус-вектора RF равна d, т. е. расстоянию от точки R до директрисы.

Каноническое уравнение параболы

$$y^2 = 2px.$$

Эксцентриситет для параболы равен единице $\left(e=1, \text{ так как } \frac{RF}{RE} = 1\right)$.

Построение нормали и касательной к параболе в заданной на ее очерке точке R (см. рис. 45, *а*). Заданную точку R соединяют радиус-

вектором с фокусом F и опускают из точки R перпендикуляр на директрису. Биссектриса угла ERF дает направление касательной t, а перпендикуляр к биссектрисе — направление нормали n.

Построение касательных к параболе из точки R, лежащей вне ее очерка (рис. 45, *б*). Соединяют точку R с фокусом F и из точки R, как из центра, проводят дугу окружности радиусом RF, которая пересекает директрису MN в точках E и C. Через эти точки проводят прямые, параллельные оси параболы, до пересечения их с очерком параболы в точках D и L. Прямые RD и RL — искомые касательные к параболе. Отрезки DO и OL должны быть равны между собой.

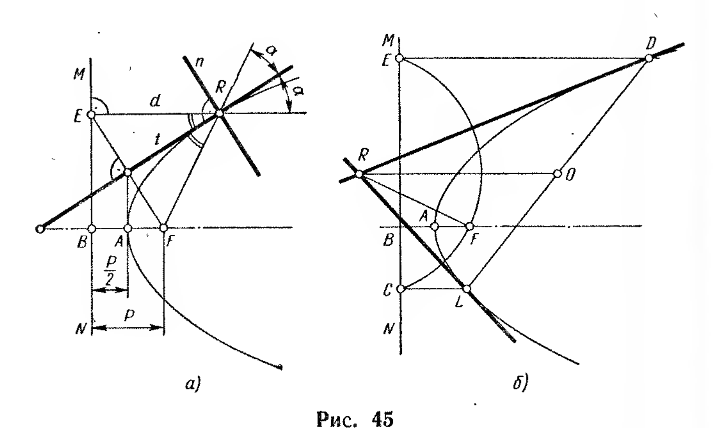


Рис. 45

Построение параболы по заданной оси BK и расстоянию $BF = P$ от директрисы до фокуса (рис. 46, *а*). Откладывают на горизонтальной оси отрезок $BF = P$ и через точку B проводят направляющую перпендикулярно к оси параболы. Расстояние BF делят пополам и получают точку A — вершину параболы. На оси BK намечают несколько произвольных точек $1, 2, 3 \ldots$ и через эти точки проводят перпендикуляры к оси параболы. Перпендикуляры засекают дугами, проводимыми из фокуса F, причем радиусы этих дуг берут равными расстоянию от направляющей до соответствующей точки. Например, радиусом $B—2$ проводят из центра F дугу окружности, которая пересекает перпендикуляр, проведенный через точку 2, в точках II, II'. Из этого же центра радиусом $B—3$ проводят дугу, которая пересечет перпендикуляр, проходящий через точку 3, в точках III, III' и т. д. Полученные точки I, II, III, ... соединяют по лекалу.

Построение параболы по оси AK, вершине A и точке P, лежащей на очерке параболы.

Способ 1 (рис. 46, *б*). Из точек P и A проводят две взаимно перпендикулярные прямые, пересекающиеся в точке B. Отрезки AB и BP делят на одинаковое число равных частей, в данном случае на 6. Из точек деления вертикальной прямой $1, 2, 3 \ldots$ проводят прямые, параллельные оси параболы, а из вершины A — пучок лучей к точкам деления горизонтальной прямой BP. Пересечением соответственных лучей обоих пучков получают точки I, II, III, ..., принадлежащие параболе.

Основой этого построения является теорема Паскаля о получении кривой второго порядка двумя проективными пучками.

Способ 2 (рис. 46, *в*). Из точки P опускают перпендикуляр на ось AK и откладывают равные отрезки PM и MT. Отрезок PM и ось AM делят на одинаковое число равных частей. Из точки T проводят пучок лучей через точки деления оси до пересечения с прямыми, проведенными параллельно оси из соответствующих точек деления отрезка PM. Точки пересечения I, II, III, ... принадлежат очерку параболы.

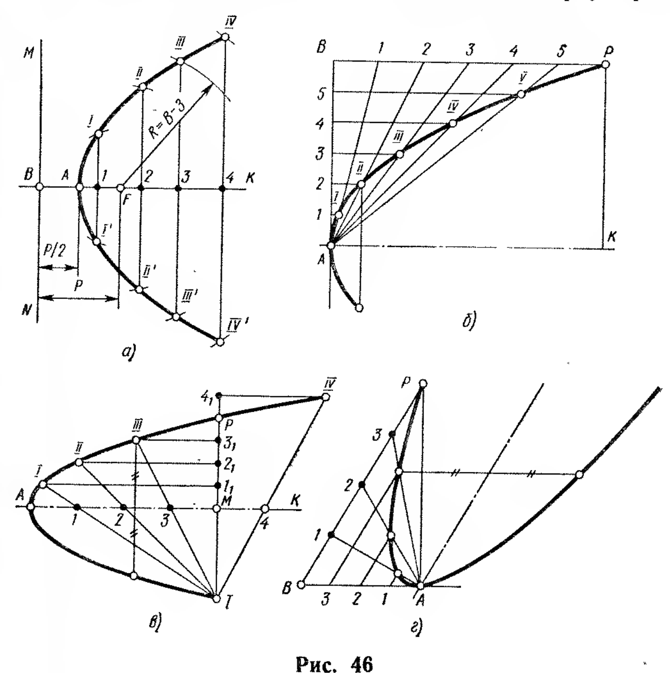


Рис. 46

Построение параболы для случая, когда парабола вписывается между точками A и P двух пересекающихся прямых AB и BP (рис. 46, *г*). Построение аналогично приведенному на рис. 46, *б*.

Построение кубической параболы по оси AK, вершине A и точке P, принадлежащей очерку параболы (рис. 47, *а*).

Уравнение кубической параболы

$$y = mx^3.$$

Из точки P опускают перпендикуляр на ось AK и строят прямоугольник $ABPK$. Стороны AB и BP прямоугольника делят на одинаковое число равных частей, например на пять. На стороне BP, как на диаметре, описывают полуокружность. Принимая точку B за центр, радиусами $B—1$, $B—2$, $B—3$ ... проводят дуги до пересечения с полуокружностью в точках 1_0, 2_0, 3_0 ... Из этих точек опускают перпендикуляры на сторону BP и отмечают точки 1_1, 2_1, 3_1, ... Полученные

точки соединяют лучами с вершиной A. В пересечении лучей с соответственными параллельными прямыми, проведенными из точек 1, 2, 3, . . . определяют точки I, II, III, . . . кубической параболы.

Построение полукубической параболы по оси AK, **вершине** A **и точке** P, **принадлежащей ее очерку** (рис. 47, б).

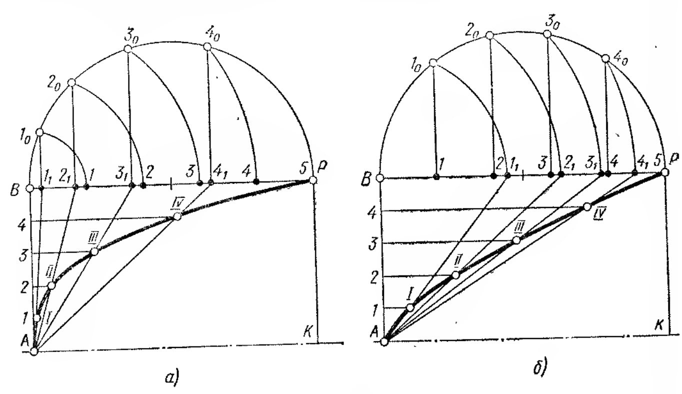


Рис. 47

Уравнение полукубической параболы

$$y^2 = \frac{x_1^2}{y_1^3} x^3,$$

где x_1 и y_1 — координаты произвольной точки полукубической параболы.

Из точки P опускают перпендикуляр на ось AK и строят прямоугольник $ABPK$. Стороны AB и BP, как и в предыдущем случае, делят на одинаковое число частей, например на пять. На стороне BP, как на диаметре, строят полуокружность и из точек $1, 2, 3$, . . . восставляют перпендикуляры до пересечения с полуокружностью в точках 1_0, 2_0, 3_0, . . . Из центра B радиусами B—1_0, B—2_0, . . . отмечают на стороне BP точки 1_1, 2_1, 3_1, . . ., которые соединяют лучами с вершиной A. В пересечении этих лучей с соответствующими параллельными прямыми определяют точки I, II, III, . . . очерка полукубической параболы.

На рис. 48 дан технический пример применения параболы.



Рис. 48

ГИПЕРБОЛА

Гиперболой называется геометрическое место точек плоскости, разность расстояний которых от двух данных точек F_1 и F_2 есть величина постоянная и равная $2a$ (рис. 49, *а*). Постоянные точки F_1 и F_2 называются *фокусами гиперболы*, расстояние между ними — *фокусным расстоянием*. Отрезки PF_1 и PF_2, соединяющие какую-либо точку P кривой с фокусами, называют *радиус-векторами* гиперболы. Прямая

AB — *действительная ось гиперболы*, а прямая CD — *мнимая ось гиперболы*. Точка O — центр гиперболы. Действительную ось гиперболы выражают через $2a$, мнимую — через $2b$, а фокусное расстояние F_1F_2 — через $2c$.

Между этими величинами существует следующая зависимость:

$$c^2 = a^2 + b^2.$$

Согласно определению, разность расстояний любой точки гиперболы до ее фокусов, т. е. разность радиус-векторов, равна длине действительной оси $PF_1 - PF_2 = 2a$.

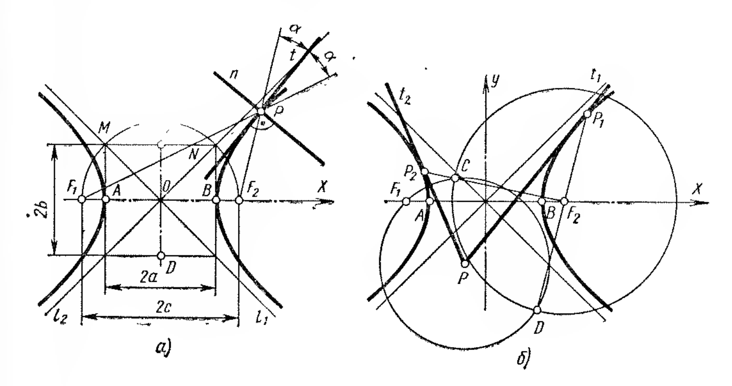


Рис. 49

Каноническое уравнение гиперболы

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1.$$

Эксцентриситет гиперболы $e = \frac{c}{a} > 1$. Прямые l_1 и l_2 — *асимптоты гиперболы*. Асимптоты — это прямые, проходящие через центр гиперболы, непрерывно приближающиеся к ее ветвям и соприкасающиеся с ними в бесконечности.

Уравнение асимптот

$$y = \pm \frac{b}{a} x.$$

Гипербола называется равносторонней, если величина действительной оси $2a$ равна величине мнимой оси $2b$.

Построение касательной и нормали в точке P, **лежащей на очерке гиперболы** (рис. 49, *а*). Соединяют точку P с фокусами F_1 и F_2 и строят биссектрису угла F_1PF_2. Биссектриса угла дает направление касательной t к гиперболе в данной точке, а перпендикуляр к биссектрисе — направление нормали n.

Построение касательных к гиперболе из точки P, **лежащей вне ее очерка** (рис. 49, *б*). Из точки P, как из центра, радиусом PF_1, равным расстоянию от данной точки до фокуса F_1, проводят окружность. Из фокуса F_2 радиусом $R = AB$, равным расстоянию между верши-

нами гиперболы, проводят вторую окружность, которая пересекает первую в точках C и D. Эти точки соединяют с фокусом F_2. На пересечении продолжения отрезков F_2C и F_2D с очерком гиперболы отмечают точки P_2 и P_1; PP_1 и PP_2 — искомые касательные t_1 и t_2.

Построение асимптот гиперболы по заданному фокусному расстоянию $2c$ и действительной оси $2a$ (рис. 50, *а*). Проводят две взаимно перпендикулярные прямые. От точки O — центра гиперболы — откладывают отрезки OA и OB, равные половине действительной оси, и отрезки

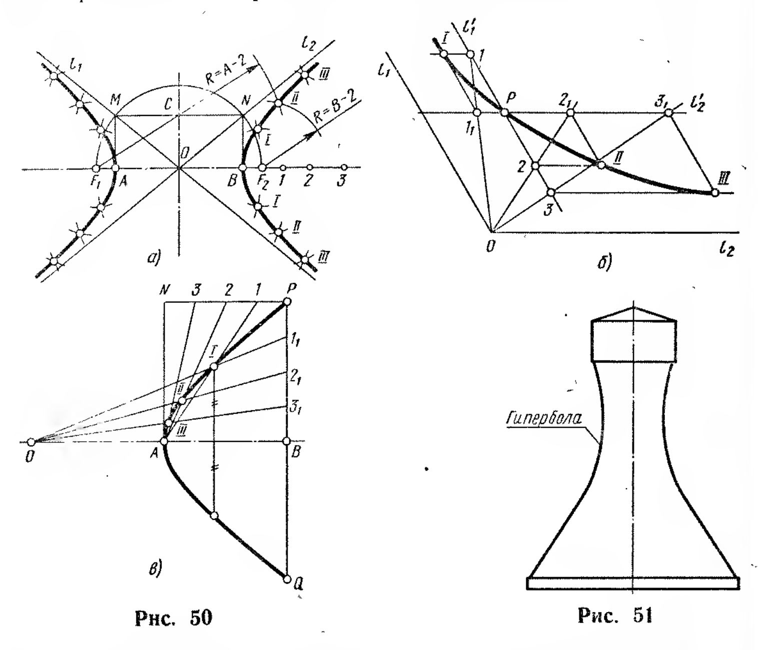


Рис. 50 **Рис. 51**

OF_1 и OF_2, равные половине фокусного расстояния. Радиусом OF_1 проводят полуокружность и из вершин A и B гиперболы восставляют перпендикуляры до пересечения с полуокружностью в точках M и N. Прямые l_1 и l_2, проведенные соответственно через точки O и M и O и N,— искомые асимптоты.

Построение гиперболы по заданной действительной оси AB и фокусному расстоянию F_1F_2 (рис. 50, *а*). Проводят две взаимно перпендикулярные прямые и по данным размерам определяют на горизонтальной прямой положение фокусов F_1 и F_2 и вершин гиперболы A и B.

Способом, указанным в предыдущей задаче, определяют асимптоты гиперболы l_1 и l_2. От фокуса F_2 вправо отмечают произвольные точки *1*, *2*, *3*, . . . так, чтобы промежутки между ними увеличивались по мере удаления от их фокуса. Из фокуса F_1, как из центра, проводят дугу окружности радиусом *А—1*, а из фокуса F_2 — дугу радиусом *В—1*. В пересечении этих дуг окружностей получают точки *I*, *I* правой ветви гиперболы. Соответствующие точки левой ветви находят на пересечении дуг окружностей, проведенных из точки F_1 радиусом *В—1* и из точки F_2 — радиусом *А—1*. В такой же последовательности радиусами

А—2 и *В—2*, *А—3* и *В—3*, . . . находят точки *II*, *III* . . . искомой гиперболы.

Построение гиперболы по заданному направлению асимптот l_1 и l_2 и точке P, лежащей на ее очерке (рис. 50, *б*). Через точку P проводят прямые l_1' и l_2', соответственно параллельные асимптотам l_1 и l_2. Из вершины O проводят произвольный пучок лучей, пересекающий прямые l_1' и l_2' в точках *1*, *2*, *3*, . . ., 1_1, 2_1, 3_1, . . . и т. д. Из точек *1*, *2*, *3*, . . . проводят прямые, параллельные асимптоте l_2, а из точек 1_1, 2_1, 3_1, . . .— прямые, параллельные асимптоте l_1. Пересечением соответственных прямых получают точки *I*, *II*, *III* . . ., принадлежащие очерку гиперболы.

Построение гиперболы по заданной вершине A и точке P, лежащей на очерке гиперболы (рис. 50, *в*). Из точки P опускают перпендикуляр на направление действительной оси гиперболы AB и строят прямоугольник $ANPB$. Стороны AN и PB прямоугольника делят на одинаковое число частей, например на четыре. Откладывают на оси гиперболы отрезок $OA = AB$ и проводят два пучка лучей: из точки A — к точкам деления *1*, *2*, *3* и из точки O — к точкам деления 1_1, 2_1, 3_1. Взаимным пересечением этих пучков получают точки *I*, *II*, *III*, принадлежащие гиперболе.

На рис. 51 дан пример технического применения гиперболы.

ЦИКЛОИДА

Циклоидальные кривые широко применяются в технике для построения профилей зубьев шестерен, очертания эксцентриков, кулачков и пр.

Циклоида — плоская кривая, которую описывает точка окружности, катящейся без скольжения по прямой линии (рис. 52, *а*). Окружность m называется производящей, а прямая n — направляющей циклоиды. Уравнение циклоиды в параметрической форме

$$x = \frac{d}{2}\left(\varphi - \sin\varphi\right);$$

$$y = \frac{d}{2}\left(1 - \cos\varphi\right),$$

где φ — угол поворота производящего круга, соответствующий взятой точке.

Циклоида состоит из бесконечного числа «арок». Отрезок AB, равный длине производящего круга, называется «базой» циклоиды.

Построение циклоиды по данному диаметру d производящей окружности (см. рис. 52, *а*).

Способ 1. Проводят окружность данного диаметра d и делят ее на произвольное число равных частей, например на восемь, обозначенных точками *1*, *2*, *3*, . . ., *8*. По направляющей прямой n от точки касания A откладывают отрезок AB, равный длине окружности πd, и делят его также на восемь равных частей (точки 1_1, 2_1, 3_1, . . ., 8_1). Из точек деления 1_1, 2_1, . . ., 8_1 восставляют перпендикуляры до пересечения их с прямой, проходящей через центр O параллельно отрезку AB, в точках 1_0, 2_0, . . ., 8_0. Из каждой точки деления производящей окружности проводят прямые, параллельные отрезку AB, и делают на них засечки дугами радиуса $\frac{d}{2}$, проведенными из соот-

ветствующих центров $1_0, 2_0, 3_0, \ldots, 8_0$. Полученные в пересечении точки *I, II, III, . . ., VIII* и являются точками циклоиды.

Способ 2 (рис. 52, *б*). Производящую окружность диаметра *d* делят на одинаковое число частей, например на восемь. От точки *A* по горизонтали откладывают отрезок *AB*, равный длине производящей окружности $AB = \pi d$, и делят этот отрезок также на восемь равных частей (точки $1_1, 2_1, 3_1, \ldots, 8_1$).

Из каждой точки деления производящей окружности проводят прямые, параллельные отрезку *AB*. Из точки *1* через точки деления производящей окружности *8, 7, 6* проводят пучок лучей *1—8*; *1—7*;

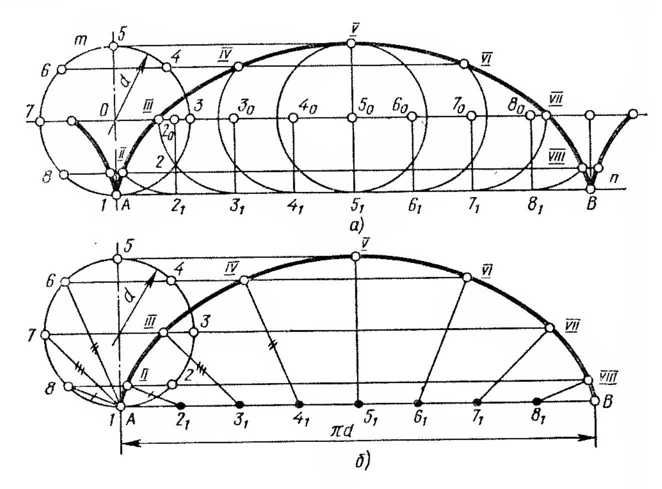


Рис. 52

1—6 и т. д. Из точек направляющей прямой проводят лучи, соответственно параллельные лучам пучка, например $2_1 — II \parallel 1—8$; $3_1 — III \parallel 1—7$ и т. д. до пересечения с горизонтальными прямыми, параллельными направляющей *AB*. В пересечении получают точки *I, II, . . ., . . ., VIII*, принадлежащие циклоиде.

Кривая, которую описывает точка, лежащая на радиусе (не на окружности, а ближе к центру) круга, катящегося без скольжения по прямой, называется укороченной циклоидой или укороченной трохоидой.

Кривая, которую описывает точка, лежащая на продолжении радиуса круга, катящегося без скольжения по прямой, называется удлиненной циклоидой или удлиненной трохоидой.

Построение удлиненной циклоиды, если дана величина *a* удлинения радиуса образующей окружности (рис. 53, *а*). Строят точки *I II, . . ., VIII* нормальной циклоиды, как и в предыдущем случае. Затем соединяют точку *V* с центром 5_0 и на этой прямой от точки *V* откладывают отрезок $V—V_0 = a$. Точку *IV* соединяют с центром 4_0 и от точки *IV* откладывают отрезок $IV—IV_0 = a$ и т. д. Соединив с помощью лекала точки $I_0, II_0, III_0, \ldots, VIII_0$, получают удлиненную циклоиду.

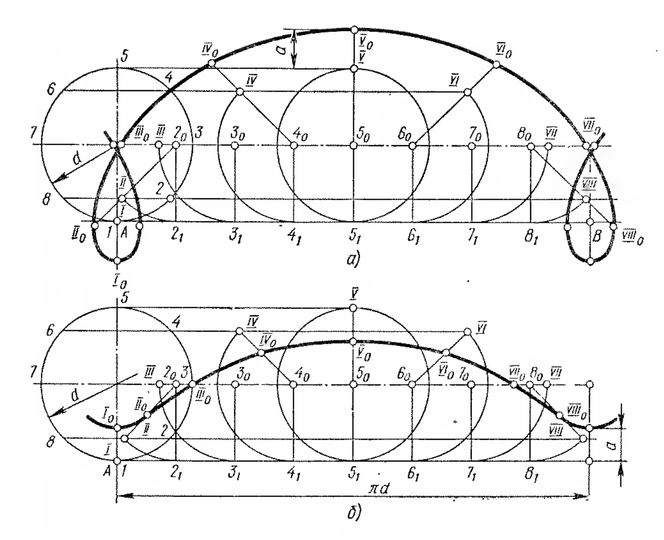


Рис. 53

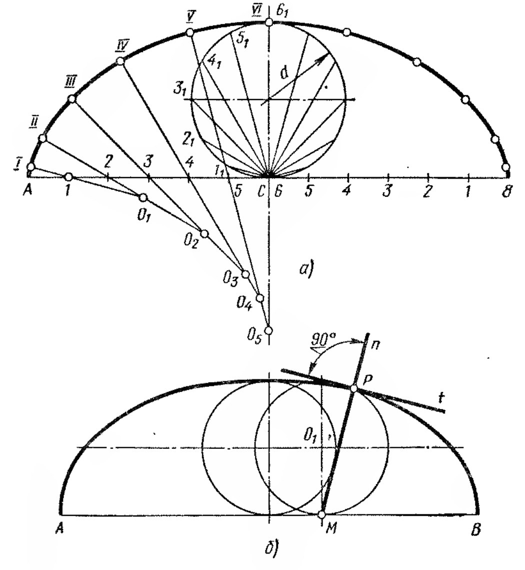


Рис. 54

Построение укороченной циклоиды, если дана величина укорочения a **радиуса образующей окружности** (рис. 53, *б*). Строят точки нормальной циклоиды, как описано на рис. 52, *а*. Соединяют точку V циклоиды с центром 5_0 и на этой прямой от точки V откладывают отрезок $V—V_0 = a$. Точку IV соединяют с центром 4_0 и от точки IV откладывают отрезок $IV—IV_0 = a$ и т. д. Полученные точки I_0, II_0, III_0 . . . . $VIII_0$ соединяют с помощью лекала.

Приближенное построение циклоиды дугами окружностей (рис. 54,*а*). Данную окружность делят на 12 равных частей и на столько же частей делят спрямленную длину окружности πd. Соединяют точку C с точками $1_1, 2_1, 3_1, \ldots, 12_1$ окружности и через точки деления $1, 2, 3, \ldots, \ldots, 12$ отрезка прямой AB проводят лучи, соответственно параллельные хордам $C—1_1$; $C—2_1$ и т. д.

Радиусом $1—A$ из точки 1, как из центра, проводят дугу окружности $A—I$. Радиусом $O_1—I$ из точки O_1, как из центра, проводят дугу окружности $I—II$. Радиусом $O_2—II$ из точки O_2 проводят дугу окружности $II—III$ и т. д. Циклоида приближенно заменена коробовой кривой.

Кривая, огибающая лучи $A—1$; $1—O_1$; $O_1—O_2$ и т. д., является эволютой данной циклоиды, а отрезки $1—A$; $O_1—I$; $O_2—II$ и т. д.— радиусами кривизны для данных точек циклоиды.

Построение касательной и нормали к циклоиде в данной на ней точке P (рис. 54, *б*). Нижнюю точку M вертикального диаметра производящей окружности соединяют с данной точкой P. Прямая PM — нормаль в данной точке P циклоиды, а перпендикуляр к ней, прямая t, касательная к циклоиде.

ЭПИЦИКЛОИДА

Эпициклоида — плоская кривая, описываемая точкой производящей (подвижной) окружности, катящейся без скольжения по наружной стороне неподвижной направляющей окружности.

Уравнение эпициклоиды в параметрической форме

$$x = r\,[(m+1)\cos\varphi - \cos(m+1)\varphi];$$

$$y = r\,[(m+1)\sin\varphi - \sin(m+1)\varphi],$$

где m — отношение радиуса неподвижного круга к радиусу катящегося круга $\left(m = \frac{R}{r}\right)$;

r — радиус катящегося круга;

φ — угол, характеризующий поворот производящего круга.

Построение эпициклоиды по заданным радиусам направляющей R **и производящей** r **окружностей** (рис. 55, *а*). На направляющей окружности радиуса R откладывают дугу AB, равную длине производящей окружности радиуса r, т. е. $\overset{\frown}{AB} = 2\pi r$. Для этого делят производящую окружность на восемь равных частей и на дуге $\overset{\frown}{AB}$ от точки A откладывают восемь таких же частей (величину центрального угла α можно подсчитать по формуле $\alpha = \frac{r}{R}\,360°$; полученную дугу сектора разделить на восемь равных частей). Через точки деления $1, 2, 3, \ldots, 8$ производящей окружности проводят из центра O концентрические дуги. Из центра O направляющей окружности проводят пучок лучей до пересечения с концентрической дугой, проведенной через центр производящей окружности. Полученные точки $1_0, 2_0, \ldots, 8_0$ являются центрами

вспомогательных окружностей. В пересечении дуги вспомогательной окружности, проведенной из центра 1_0 радиусом r, с концентрической дугой, проведенной через точку 1, определяют точку I эпициклоиды. Точку II находят на пересечении дуги вспомогательной окружности,

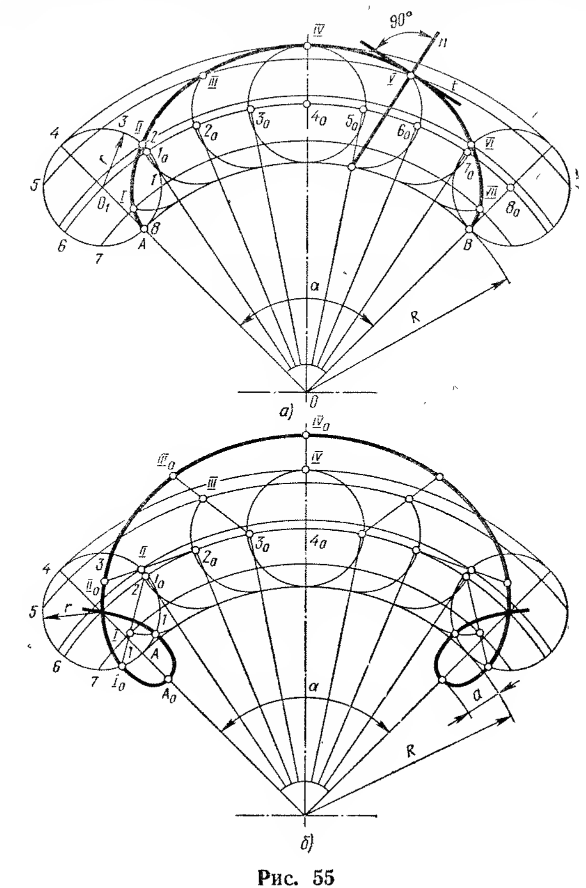


Рис. 55

проведенной радиусом r из центра 2_0, с дугой концентрической окружности, проведенной через точку 2 и т. д. Полученные точки соединяют плавной кривой.

Так же, как и для циклоиды, можно строить удлиненную или укороченную эпициклоиду. На рис. 55, *б* показано построение удлиненной эпициклоиды. Строят нормальную эпициклоиду (рис. 55, *а*). Отрезок a откладывают от точки IV на продолжении отрезка $IV—4_0$ и отмечают полученную точку IV_0. От точки III на продолжении отрезка $III—3_0$ откладывают отрезок a и отмечают точку III_0 и т. д. Полученные точки I_0, II_0 и т. д. соединяют плавной кривой.

Построение нормали и касательной к очерку эпициклоиды в точке V (рис. 55, *а*). Точке V соответствует производящая окружность с центром в точке 5_0. Точку 5_0 соединяют с точкой M, полученной в пересечении луча $O—5_0$ с другой $\overset{\frown}{A—B}$ направляющей окружности. Прямая $n—V$ — нормаль к эпициклоиде в данной точке V, а перпендикуляр к нормали — касательная t.

ГИПОЦИКЛОИДА

Гипоциклоида — плоская кривая, описываемая точкой подвижной окружности, катящейся без скольжения по внутренней стороне неподвижной направляющей окружности.

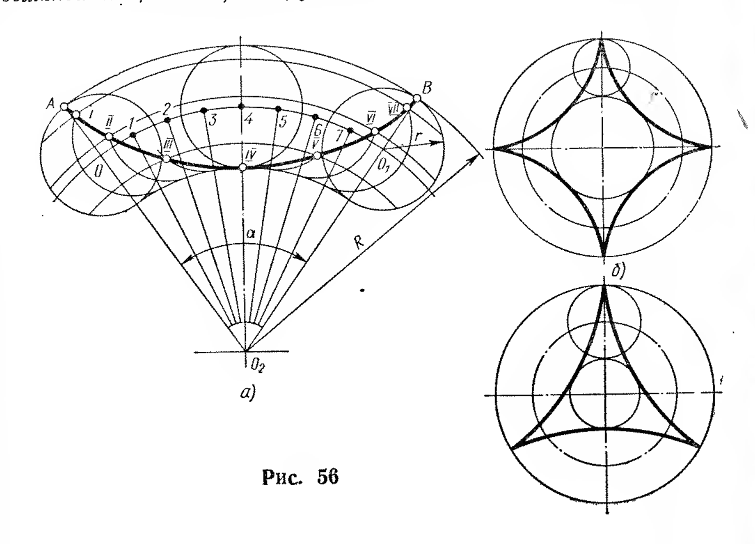


Рис. 56

Уравнение гипоциклоиды в параметрической форме

$$x = r\,[(m-1)\cos\varphi + \cos(m-1)\,\varphi];$$

$$y = r\,[(m-1)\sin\varphi - \sin(m-1)\,\varphi],$$

где параметры r, m и φ имеют те же значения, что и для эпициклоиды.

На рис. 56, *а*, *б* и *в* изображены гипоциклоида с тремя арками, образующаяся при соотношении $m = \frac{R}{r} = 3$, и гипоциклоида с четырьмя арками (астроида), получающаяся при $m = \frac{R}{r} = 4$.

При $m = 2$, т. е. если радиус направляющего круга в 2 раза больше радиуса производящего круга, гипоциклоида вырождается в прямую линию — диаметр неподвижного круга (теорема Кардана).

Построение гипоциклоиды по заданным радиусам R и r производящего и направляющего кругов (см. рис. 56, *а*). Построение очерка гипоциклоиды аналогично построению очерка эпициклоиды.

КАРДИОИДА

Кардиоида — частный случай эпициклоиды при $m = 1$. Таким образом, *кардиоида — плоская кривая, описываемая точкой окружности, катящейся без скольжения по равной окружности, касаясь ее внешней стороны* (рис. 57, *а*).

Уравнение кардиоиды в параметрической форме

$$x = r\,(2\cos\varphi - \cos 2\varphi);$$

$$y = r\,(2\sin\varphi - \sin 2\varphi).$$

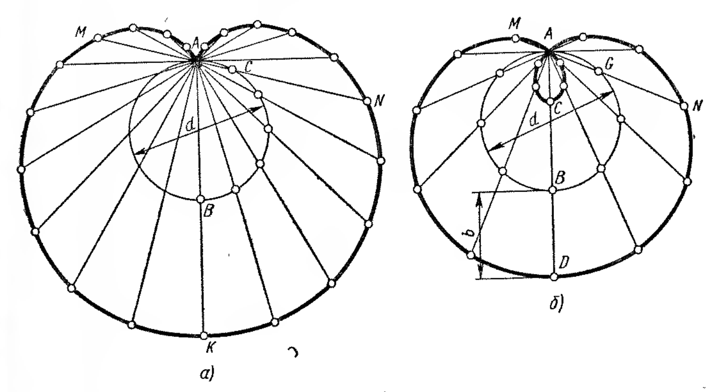


Рис. 57

Построение кардиоиды по заданному диаметру d направляющей окружности (рис. 57, *а*). Проводят окружность диаметра d и делят ее на несколько равных частей, в данном случае на 12. Продолжают вертикальный диаметр окружности AB и откладывают отрезок $BK = AB$. Из точки A проводят пучок лучей через точки деления окружности и откладывают по обе стороны от точек окружности отрезки, равные диаметру d, т. е. равные AB. Например, отрезок $CN = CM = d$ и т. д. Полученные точки соединяют с помощью лекала.

УЛИТКА ПАСКАЛЯ

Построение кардиоиды может быть обобщено следующим образом (рис. 57, б). Откладывают на каждом луче в обе стороны от точки пересечения с окружностью постоянный отрезок b, не равный d, т. е. $BD = BG = b$; $GN = GM = b$ и т. д.

Геометрическое место точек A, M, D . . . называется *улиткой Паскаля.*

При $b < d$ улитка Паскаля имеет вид, изображенный на рис. 57, *б*. При $b = d$ улитка Паскаля становится кардиоидой (рис. 57, *а*).

ЭВОЛЬВЕНТА ОКРУЖНОСТИ

Эвольвентой окружности называется плоская кривая, образуемая точкой прямой линии, катящейся без скольжения по неподвижной окружности заданного радиуса (рис. 58, *а*).

Уравнение эвольвенты в параметрической форме

$$x = r(\cos\varphi + \varphi\sin\varphi);$$

$$y = r(\sin\varphi + t\cos\varphi),$$

где φ — угол, характеризующий поворот текущей точки эвольвенты. Шаг эвольвенты равен πd — длине производящей окружности. На рис. 58, *а* изображена величина, равная половине шага эвольвенты. Линия, проходящая через любую точку эвольвенты касательно к развертываемой окружности, является нормалью к эвольвенте в данной точке, а перпендикуляр к ней — касательная *t*. На рис. 58, *а* нормаль и касательная проведены в точке *VI*.

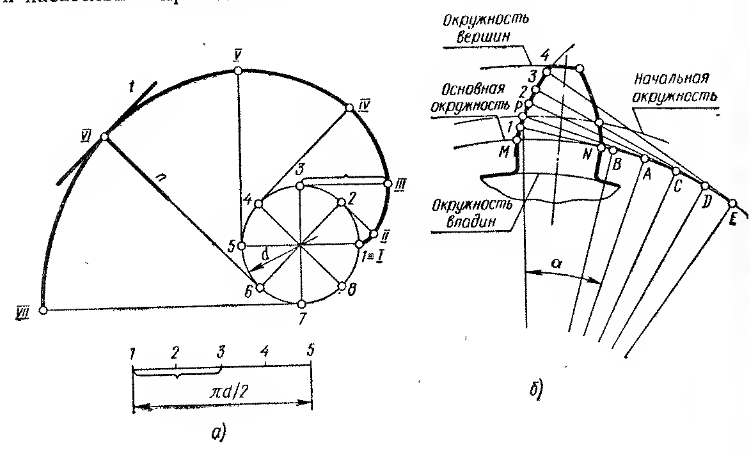


Рис. 58

Построение эвольвенты окружности по заданному диаметру *d* (рис. 58, *а*). Строят окружность и делят ее на несколько равных частей, в данном случае на восемь. В точках *2*, *3*, . . ., *8* проводят касательные к окружности, направленные в одну сторону. Отдельно строят отрезок, равный половине длины окружности, и делят его на четыре равные части. Откладывают на первой касательной отрезок, равный $^1/_8$ длины окружности, т. е. $II—2 = \frac{\pi d}{8}$, на второй касательной откладывают отрезок $III—3 = \frac{2\pi d}{8}$, равный $^2/_8$ длины окружности, и т. д. Полученные точки *I*, *II*, *III*, . . ., *VIII* соединяют с помощью лекала. На рис. 58, *б* изображено применение эвольвенты для профилирования зубьев цилиндрических зубчатых колес.

СПИРАЛЬ АРХИМЕДА

Спираль Архимеда — плоская кривая, которую описывает точка, равномерно движущаяся по радиусу окружности, равномерно вращающемуся в плоскости вокруг неподвижной точки (рис. 59, *а*).

Уравнение спирали Архимеда

$$r = d\varphi,$$

где *r* — радиус спирали;
φ — угол вращения спирали;
d — шаг спирали, т. е. расстояние, проходимое точкой по радиусу за один полный оборот этой прямой.

Построение спирали Архимеда по заданному центру *O* и шагу *d* (рис. 59, *а*). Радиусом, равным *OA*, проводят окружность. Отрезок *OA* и окружность делят на одинаковое число равных частей, например

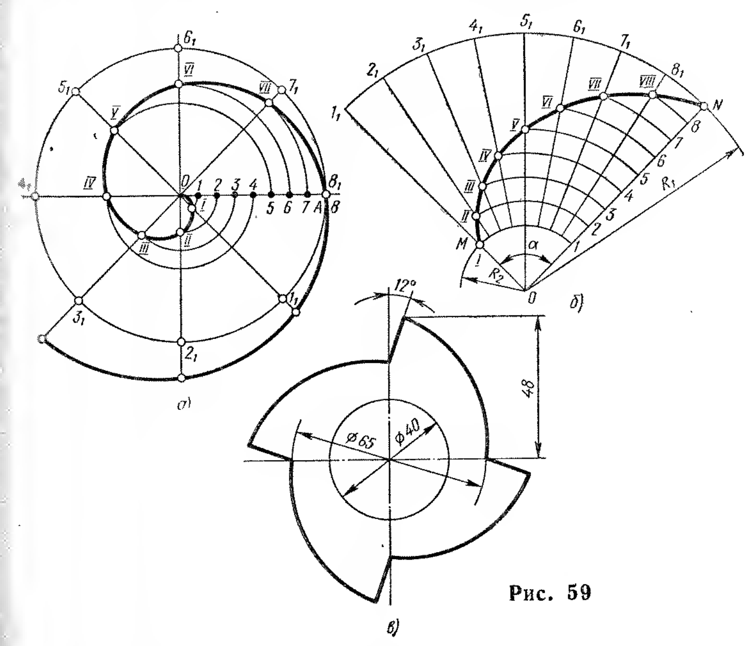


Рис. 59

на восемь. Через точки деления окружности 1_1, 2_1, . . ., 8_1 и центр *O* проводят лучи, на которых от центра *O* откладывают отрезки, соответственно равные $^1/_8$, $^2/_8$ и т. д. шага спирали *d*. Соединив полученные точки *I*, *II*, . . ., *VIII*, получают спираль Архимеда.

На рис. 59, *б* построена спираль Архимеда между заданными точками *M* и *N* (заданы угол α и радиусы R_1 и R_2). Отрезок *1—N* делят на равное число частей, например на восемь. На столько же равных частей делят и угол α. Точки пересечения лучей, делящих угол, и дуг, проведенных через точки деления *1*, *2*, *3*, . . ., *8* отрезка *1—N*, определяют точки *I*, *II*, . . ., *VIII* спирали Архимеда.

На рис. 59, *в* спираль Архимеда применена для построения кулачка.

СИНУСОИДА

Характер изменения некоторых переменных величин (например, тока, напряжения) графически выражается *синусоидой*.

Уравнение синусоиды

$$y = \sin x.$$

синусоида

Рис. 61

а)

б)

Рис. 60

Построение синусоиды по заданиому диаметру окружности d (рис. 60, *а*).

Окружность диаметра d делят на произвольное число равных частей, например на 12. Отрезок AB, длина которого равна длине окружности πd, делят на такое же число частей. Определяют точки пересечения перпендикуляров, восставленных из точек $1_1, 2_1, \ldots, 12_1$ к отрезку AB, с прямыми, проведенными через точки $1, 2, 3, \ldots, 12$ окружности, параллельно отрезку AB. Полученные точки $I, II, III, \ldots XII$ соединяют с помощью лекала.

В удлиненной синусоиде отрезок $AB > \pi d$, а в укороченной $AB < \pi d$.

На рис. 61 показан пример винтового шнека. Контур винтовой поверхности проецируется в форме синусоиды.

КОНХОИДА

Уравнение конхоиды в полярных координатах

$$r = \frac{b}{\cos\varphi} \pm R.$$

Построение конхоиды (рис. 60, *б*). На горизонтальной прямой a через произвольные равные промежутки берут несколько точек $O_1, O_2, \ldots, O_6$ и, принимая их за центры перемещающейся окружности, вычерчивают контуры этих окружностей. По вертикали от точки B на произвольном расстоянии выбирают точку K и, принимая ее за полюс, проводят пучок лучей через центры $O_1, O_2, \ldots, O_6$. Эти лучи пересекают соответственные окружности в точках, принадлежащих конхоиде. Например, луч $K—O_1$ пересекает окружность, проведенную из центра O_1, в точках 1 и 1_1, луч $K—O_2$ пересекает окружность, проведенную из центра O_2, в точках 2 и 2_1 и т. д. Соединяя с помощью лекала между собой точки $1, 2, 3, \ldots, 6$ и точки $1_1, 2_1, 3_1, \ldots, 6_1$, получают верхнюю m и нижнюю n ветви конхоиды.

ЦИССОИДА

Уравнение циссоиды в полярных координатах

$$r = d \sin\varphi \operatorname{tg}\varphi.$$

Построение циссоиды по данной окружности и касательной KN к ней (рис. 62). Проводят окружность с центром O и касательную KN к ней в точке K. Через точку M проводят произвольное число секущих

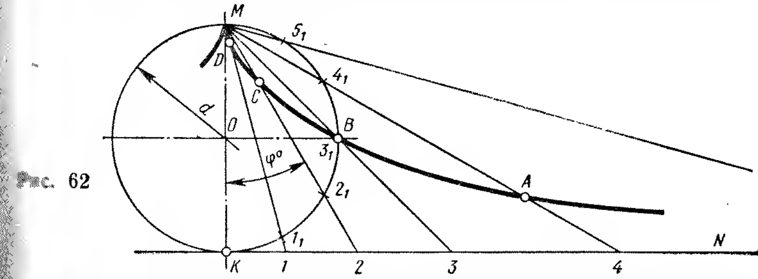


Рис. 62

$M1, M2, M3, M4$. На окружности отмечают точки $1_1, 2_1, 3_1, 4_1$, а на секущих от точек $1, 2, 3, 4$ откладывают отрезки $1D = M1_1$; $2C = M2_1$; $3B = M3_1$; $4A = M4_1$. Точки A, B, C, D соединяют плавной кривой. Прямая KN по отношению к циссоиде является асимптотой.

Глава II

ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

В практике проецирования предметов (изделий или их составных частей) координатные оси на чертежах не наносят. Расстояние между изображениями предметов определяется проектировщиком исходя из выбранных на предмете баз. За базы принимают плоскости, грани, ребра, вершины, оси и другие элементы предмета.

В настоящую главу включены основные вопросы проекционного черчения, необходимые конструктору при разработке чертежей и технической документации.

Принятые символические обозначения соответствуют обозначениям, встречающимся в современных курсах начертательной геометрии.

При решении ряда задач вместо обозначения следов секущих плоскостей, принятого в начертательной геометрии, линии сечения обозначены по ГОСТу 2.305—68.

В справочнике применены следующие обозначения:

фронтальная плоскость проекций — Π_2;
горизонтальная плоскость проекций — Π_1;
профильная плоскость проекций — Π_3;
точки в пространстве — A, B, C, . . . 1, 2, 3, . . .;
проекции точек на плоскости Π_2 — A_2, B_2, C_2, . . . 1_2, 2_2, 3_2, . . .;
проекции точек на плоскости Π_1 — A_1, B_1, C_1, . . . 1_1, 2_1, 3_1, . . .;
проекции точек на плоскости Π_3 — A_3, B_3, C_3, . . . 1_3, 2_3, 3_3, . . .;
прямые в пространстве — a, b, c, f, h;
проекции прямых на плоскости Π_2 — a_2, b_2, c_2, f_2, h_2, . . .;
проекции прямых на плоскости Π_1 — a_1, b_1, c_1, f_1, h_1, . . .;
проекции прямых на плоскости Π_3 — a_3, b_3, c_3, f_3, h_3, . . .;
оси проекций — x, y, z;
плоскости — α, β, γ, σ, δ, . . .;
фронтальные следы плоскостей — α_2, β_2, γ_2, σ_2, δ_2, . . .;
горизонтальные следы плоскостей — α_1, β_1, γ_1, σ_1, δ_1, . . .;
точки схода следов плоскостей — α_x, β_x, γ_x, σ_x, δ_x, . . .;
аксонометрическая плоскость проекций — Π';
аксонометрические проекции точек — A', B', C', . . ., $1'$, $2'$, $3'$, ...;
аксонометрические оси — x', y', z';
вторичные проекции точек — A_1', B_1', C_1', . . ., $1_1'$, $2_1'$, $3_1'$, . . .

ИЗОБРАЖЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ В АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ

Комплексные проекции отличаются большой точностью в передаче формы предмета, удобны для измерения и решения различных геометрических задач. Однако эти изображения имеют существенный недостаток, заключающийся в отсутствии наглядности, и поэтому по отдельным проекциям приходится мысленно представлять форму предмета.

Чтобы наглядно изобразить предмет, существует аксонометрический метод построения проекций. Для получения наглядности при аксонометрическом изображении предмет в пространстве поворачивают и наклоняют по отношению к наблюдателю так, что при проецировании на плоскость получают изображение с нескольких его сторон, а не с одной, как это имело место в комплексных проекциях.

Аксонометрической называется проекция, полученная проецированием заданного предмета вместе с координатной системой, к которой он отнесен, параллельным пучком лучей на некоторую плоскость Π'.

Процесс проецирования точки на плоскость Π' показан на рис. 63.

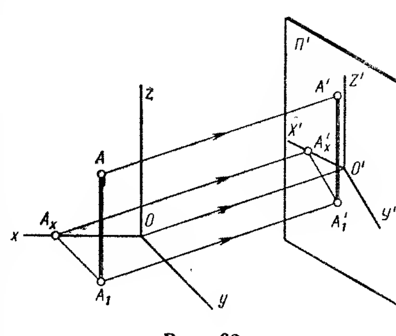


Рис. 63

Плоскость Π', на которую производится проецирование, называется плоскостью аксонометрических проекций. Оси x', y', z', полученные проецированием координатных осей, называются *аксонометрическими осями*; точка O' — *началом аксонометрических осей*; точка A' — *аксонометрической проекцией пространственной точки* A, а точка A_1' — *вторичной проекцией точки* A. Вторичной проекцией называется аксонометрическое изображение не самой точки, а одной из ее проекций.

Так как плоскость аксонометрических проекций Π' не параллельна ни одной из координатных осей x, y, z, то, очевидно, любые отрезки, расположенные в пространстве параллельно осям, проецируются на плоскость Π' с некоторым искажением.

Показателями или коэффициентами искажения называются числа p, q и r, показывающие, как изменяются координаты точки в пространстве при проецировании на плоскость аксонометрических проекций.

Например, показатели искажения равны: $p = 0{,}94$; $q = 0{,}47$; $r = 0{,}94$.

Это значит, что если в пространстве дана точка A с координатами x, y, z, предположим, равными 100 мм каждая, то аксонометрические координаты этой точки будут $x' = px = 0{,}94 \cdot 100 = 94$ мм; $y' = qy = 0{,}47 \cdot 100 = 47$ мм; $z' = rz = 0{,}94 \cdot 100 = 94$ мм.

В зависимости от направления проецирующих лучей по отношению к плоскости аксонометрических проекций последние разделяются на *прямоугольные*, когда проецирующие лучи перпендикулярны к плоскости проекций Π', и *косоугольные*, когда лучи не перпендикулярны к плоскости проекций Π'.

В зависимости от величины показателей искажения аксонометрические проекции делятся на *изометрические*, у которых показатели искажения по всем трем осям равны ($p = q = r$); *диметрические*, у которых показатели искажения одинаковы лишь по двум осям, например, $p = r \neq q$; *триметрические*, у которых все три показателя искажения разные ($p \neq q \neq r$).

В техническом черчении из всего множества аксонометрических проекций стандартизовано по ГОСТу 2.317—69 два вида прямоугольных проекций (прямоугольные изометрия и диметрия) и три вида косоугольных проекций (фронтальные изометрия и диметрия и горизонтальная изометрия).

ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ

Прямоугольной изометрией называется аксонометрическая проекция, у которой коэффициенты искажения по всем трем осям равны, а углы между аксонометрическими осями равны 120°.

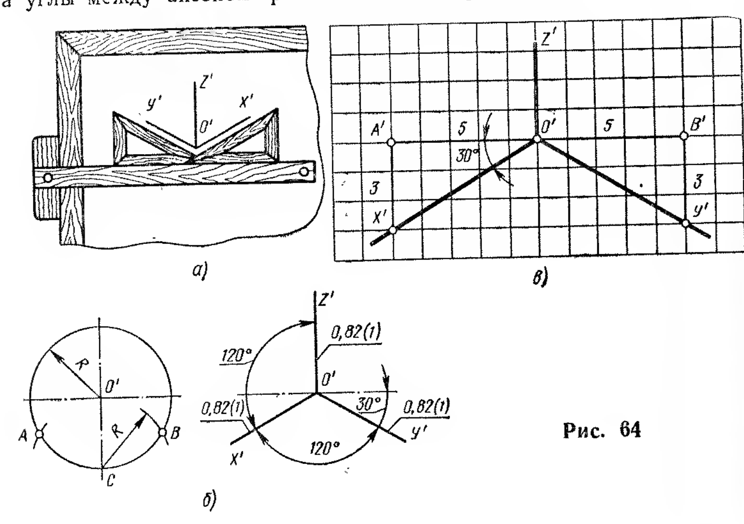


Рис. 64

Аксонометрические оси можно строить разными способами: а) с помощью угольников с углами 30, 60 и 90° (рис. 64, *а*); б) с помощью циркуля (рис. 64, *б*); в) с помощью отрезков (рис. 64, *в*).

Построение аксонометрических осей с помощью циркуля (рис. 64, *б*). Из точки O', принятой за начало осей, проводят окружность произвольным радиусом R. Из точки C, как из центра, радиусом R делают засечки на этой окружности, и полученные точки A и B соединяют с началом аксонометрических осей — точкой O'.

Построение аксонометрических осей с помощью отрезков (рис. 64, *в*). Откладывают по горизонтали пять равных отрезков, а по вертикали — от точки O' три таких же отрезка. Наклон гипотенузы полученного прямоугольного треугольника к горизонтали составит 30° (точнее 30° 58′).

Теоретически выведено, что показатели искажения по всем осям в прямоугольной изометрии равны 0,82 (точнее 0,816). Следовательно, при построении изображения предмета в изометрии необходимо действительные размеры отрезков, параллельных осям, умножать на коэффициент 0,82, а затем откладывать их на чертеже. Такое изображение называется **теоретическим или точным**. Однако в ГОСТе 2.317—69 рекомендуется строить изометрию без сокращения по осям. Изображение получается более крупным, чем при построении с учетом показателей искажения, но пропорциональность элементов фигуры не нарушается. Такое изображение называется **увеличенным или практическим.** Увеличение равно 1,22 $\left(\frac{1}{0,82} = 1,22\right)$.

Построение в изометрии плоских фигур. Задан равносторонний треугольник ABC, расположенный параллельно горизонтальной плоскости проекций $П_1$ (рис. 65, *б*). Для построения его изометрического изображения проводят изометрические оси x' и y' (рис. 65, *а*). На оси x' откладывают по обе стороны от точки O' отрезки, равные половине длины основания треугольника, т. е. $O'A' = OA$ и $O'B' = OB$, а на

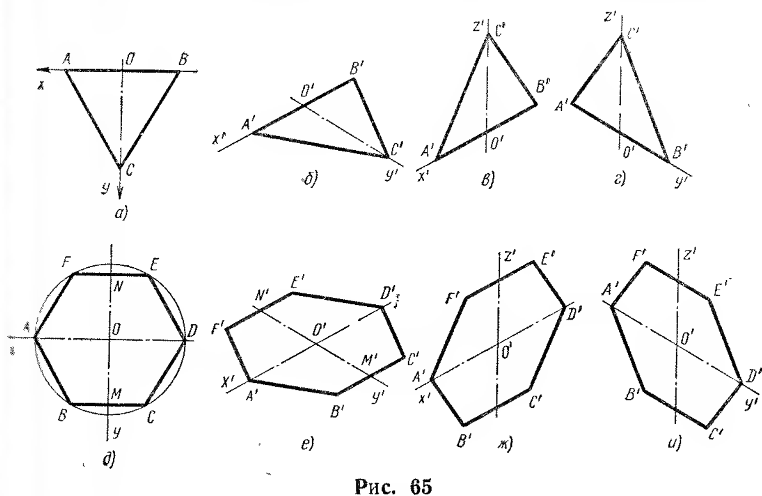


Рис. 65

оси y' — отрезок $O'C'$, равный высоте треугольника OC. Полученная фигура $A'B'C'$ представляет изометрическую проекцию треугольника ABC.

На рис. 65, *в* изображен в изометрии равносторонний треугольник, параллельный фронтальной плоскости $П_2$, а на рис. 65, *г* — треугольник, параллельный профильной плоскости проекций $П_3$.

На рис. 65, *д* дан правильный шестиугольник, расположенный параллельно горизонтальной плоскости проекций $П_1$. Требуется построить изометрию шестиугольника.

Если фигура, изображение которой необходимо построить, симметричная, то координатные оси удобно совмещать с осями ее симметрии, как показано на рис. 65, *д*. Проводят изометрические оси x' и y' (рис. 65, *е*). Из точки O' по оси x' откладывают вправо и влево отрезки, равные по величине отрезку OA, а по оси y' — отрезки $O'N' = ON$ и $O'M' = OM$ и через полученные точки N' и M' проводят прямые, параллельные оси x'. На этих прямых откладывают величины $N'F' = N'E' = M'B' = M'C' = NF$ и соединяют полученные точки. Фигура $A'B'C'D'E'F'$ есть изображение шестиугольника в изометрии.

На рис. 65, *ж* изображен в изометрии правильный шестиугольник, параллельный фронтальной плоскости проекций $П_2$, а на рис. 65, *и* — шестиугольник, параллельный профильной плоскости $П_3$.

Для проверки правильности построения следует проследить за тем, чтобы противоположные стороны шестиугольника были параллельными и равными, т. е. $E'D' \parallel A'B'$; $E'D' = A'B'$; $A'F' \parallel C'D'$; $A'F' = C'D'$. Если это условие удовлетворяется, то построение выполнено правильно.

Следует обратить внимание еще на одно важное обстоятельство. Величины сторон шестиугольника $FE = BC$, параллельных оси x, в изометрии равны натуральным величинам сторон, а величины сторон AF и ED, не параллельных ни одной из координатных осей, искажаются и, как видно из рис. 65, *е, ж, и*, по-разному. Сторона ED изобра-

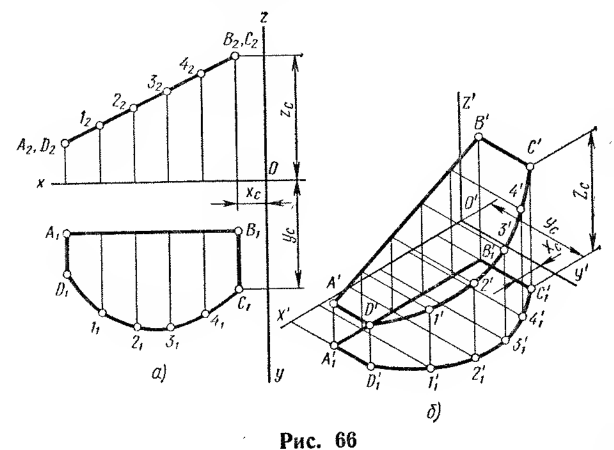


Рис. 66

зилась в изометрии отрезком $E'D'$, бóльшим, а сторона AF — отрезком $A'F'$, меньшим действительной величины стороны шестиугольника. Следовательно, если отрезок не параллелен ни одной из координатных осей, то в изометрической проекции его следует строить по координатам крайних точек, так как величина искажения по произвольному направлению неизвестна. Этот вывод касаетси не только изометрии, но и других видов аксонометрических проекций.

На комплексном чертеже задана плоская фигура $ABCD$ (рис. 66, *а*). Построить ее изометрическое изображение.

По координатам, взятым из комплексного чертежа, строят вторичную горизонтальную изометрическую проекцию $A_1'B_1'C_1'D_1'$ (рис. 66, *б*). На чертеже указаны только координаты x_C и y_C, необходимые для построения вторичной проекции точки C. По вторичной проекции строят аксонометрию $A'B'C'D'$ самой фигуры. Для этого из точек A_1', D_1', $1_1'$, $2_1'$ . . . проводят прямые, параллельные оси z', и откладывают на них значения координат z точек данной фигуры. Например, для построения точки C' использована координата z_C этой точки. Фигура $A'B'C'D'$ — аксонометрическое изображение пространственной плоскостной фигуры $ABCD$.

Окружности в изометрии изображаются в виде эллипсов. На рис. 67 изображен в изометрии куб с окружностями, вписанными в каждую грань куба. Квадраты граней куба спроецируются в изометрии в виде

ромбов, а окружности, вписанные в них,— в виде эллипсов. Точки $1'$, $2'$, $3'$, $4'$ касания эллипса с серединами сторон ромба лежат на аксонометрических осях x', y'.

Можно сформулировать следующие основные положения относительно проецирования окружности в изометрии:

а) большая ось эллипса в изометрии для каждой грани куба располагается вдоль большой диагонали ромба, а малая ось — вдоль малой диагонали; б) в теоретической изометрии большая ось эллипса равна d, а малая — $0{,}58d$; в) в практической изометрии большая ось эллипса равна $1{,}22d$, а малая — $0{,}7d$.

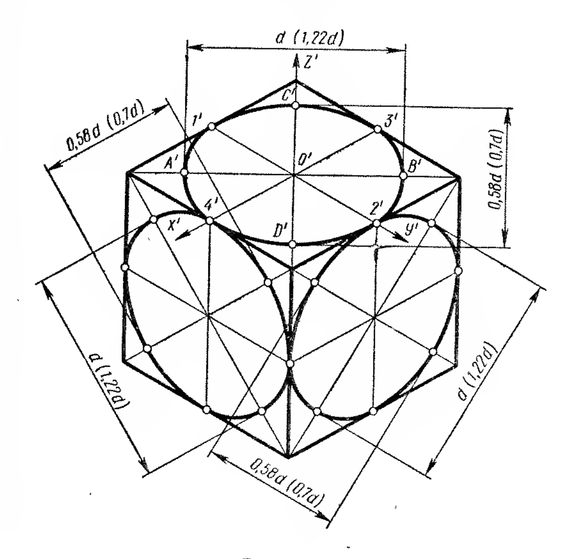


Рис. 67

Для прямоугольной аксонометрии любого вида правило определения главных осей эллипса, в который проецируется окружность, лежащая в какой-либо плоскости проекций, сформулируется в общем виде: большая ось эллипса располагается перпендикулярно к той аксонометрической оси, которая отсутствует в данной плоскости, а малая ось совпадает с направлением этой оси.

Построение эллипсов как овалов. *Способ 1* (рис. 68, *а*, *б* и *в*). Проводят изометрические оси x' и y' и откладывают на каждой оси в обе стороны от точки O' отрезки, равные радиусу окружности. Через полученные точки проводят прямые, параллельные аксонометрическим осям. Получают ромб $A'B'C'D'$, представляющий изометрическую проекцию квадрата, в который вписана окружность. Из вершин ромба B' и D' проводят дуги радиусом R_1, равным отрезку $D'K'$ или $D'L'$. Точки M' и N' пересечения отрезков $D'K'$ и $D'L'$ с направлением большой диагонали ромба (рис. 68, *б*) являются центрами замыкающих дуг овала. Из точек M' и N' проводят замыкающие дуги радиусом R_2, равным отрезку $M'K'$ (рис. 68, *в*).

Способ 2. Определяют значения большой оси эллипса, равной 1,22d, и малой оси, равной 0,7d. Если, например, диаметр окружности равен 50 мм, то величина большой оси равна $1,22 \cdot 50 = 61$ мм, а малой оси — $0,7 \cdot 50 = 35$ мм. Проводят две взаимно перпендикулярные прямые (рис. 68, *г*) и откладывают по вертикали и горизонтали отрезки, соответственно равные значениям большой и малой осей эллипса, т. е. $A'B' = K'F' = 61$ мм, $C'D' = M'N' = 35$ мм Соединяют лучами

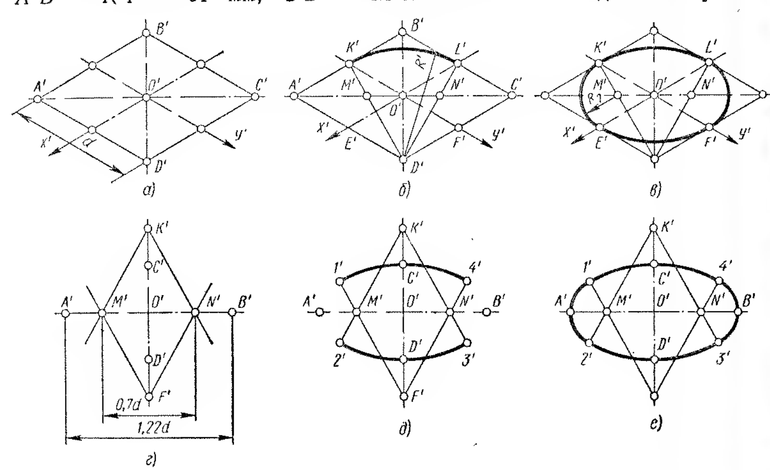


Рис. 68

точки K' и F' с точками M' и N'.На этих лучах находятся точки сопряжения дуг овала. Из точки F' проводят дугу радиусом $F'C'$ до пересечения с лучами $F'M'$ и $F'N'$ в точках $1'$ и $4'$. Аналогично проводят дугу из центра K' радиусом $K'D'$ (рис. 68, *д*). Замыкающие дуги овала строят из центров M' и N' радиусами $M'1'$ и $N'4'$ (рис. 68, *е*).

ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ДИМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ

Прямоугольиой диметрией называется аксонометрическая проекция с равными показателями искажения по двум осям. По ГОСТу 2.317—69 принята прямоугольная диметрия с равными показателями искажения по осям x' и z'.

В прямоугольной диметрии ось x' наклонена к горизонтальной линии под углом 7° 10′, ось y' — под углом 41° 25′ (рис. 69, *а*), ось z' остается в вертикальном положении.

Показатели искажения по осям x' и z' равны 0,94, а по оси y' — 0,47. Изображение, построенное с учетом указанных показателей искажения, называется **иормальиым** или **точиым**. В стандарте предусмотрено упрощение, заключающееся в том, что по осям x' и z', или параллельно им, откладываются действительные величины отрезков, а длины отрезков, расположенных по оси y' или ей параллельно, сокращаются вдвое. Такое изображение с показателями искажения $p = r = 1$; $q = 0,5$ является **увеличеиным,** причем увеличение по каждой оси равно 1,06 $\left(\frac{1}{0,94} = 1,06\right)$.

Для построения осей x' и y' (под углами 7 и 41°) через точку O' проводят горизонтальную прямую (рис. 69, *б*) и от точки O' откладывают в обе стороны по восемь равных отрезков любой величины. Из точки A по вертикали откладывают одно деление, а из точки B — семь таких делений. Полученные точки соединяют с точкой O'.

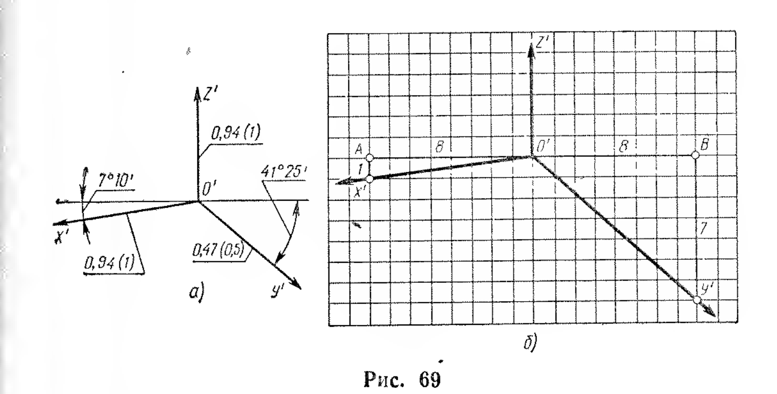


Рис. 69

Построеиие плоских фигур в прямоугольиой диметрии. На рис. 70,*б* изображен в прямоугольной диметрии квадрат, плоскость которого параллельна горизонтальной плоскости проекций Π_1, на рис. 70, *в* — диметрия квадрата, параллельного плоскости Π_2, а на рис. 70, *г* — диметрия квадрата, параллельного плоскости проекций Π_3. По направлениям, параллельным осям x' и z', размеры сторон квадрата не искажены, а по направлению, параллельному оси y',— уменьшены в 2 раза.

На рис. 70, *д* изображен в горизонтальной плоскости правильный пятиугольник $ABCDE$. Координатные оси проведены через центр описанной окружности. Через вершины A и C проведена горизонтальная прямая, параллельная оси x, пересекающая ось y в точке M.

Проводят аксонометрические оси x' и y' (рис. 70, *е*). На оси y' в обе стороны от точки O' откладывают отрезки, равные половине величин отрезков OM, OB и ON. Через полученные точки M' и N' проводят прямые, параллельные оси x', и откладывают на них соответственно натуральные величины стороны пятиугольника ED и вспомогательной прямой AC.

Полученные пять вершин пятиугольника соединяют между собой. На рис. 70, *ж*, *и* изображен в прямоугольной диметрии пятиугольник, параллельный фронтальной и профильной плоскостям проекций.

На рис. 71 изображено проецирование в диметрии окружностей, расположенных в плоскостях, параллельных плоскостям проекций. В отличие от изометрии в диметрии при проецировании граней куба получаются не три ромба, а лишь один, представляющий собой проекцию квадрата, параллельного фронтальной плоскости проекций. Два других квадрата, параллельных горизонтальной и профильной плоскостям проекций, изображаются параллелограммами с соотношением сторон 1 : 2. Точки касания эллипса лежат на серединах сторон ромба и параллелограммов. Прямые, соединяющие эти точки, образуют пару сопряженных диаметров эллипсов.

Согласно сформулированным положениям для эллипса, расположенного в горизонтальной плоскости, большая ось направлена перпендикулярно к оси z', а малая совпадает с осью z'. Для эллипса, расположенного во фронтальной плоскости, большая ось направлена перпендикулярно к оси y', а малая совпадает с осью y' и т. д.

Если диметрическую проекцию выполнять без искажения по осям x' и z', то большие оси эллипсов I, II, III равны $1{,}06d$ диаметра окружности, а малые оси эллипса III — $0{,}95d$ и эллипсов I и II — $0{,}35d$.

На практике принято эллипсы заменять овалами.

Рассмотрим построение овалов, заменяющих эллипсы, лежащие в плоскостях Π_1 и Π_3 (рис. 72, *а*). Проводят две взаимно перпендику-

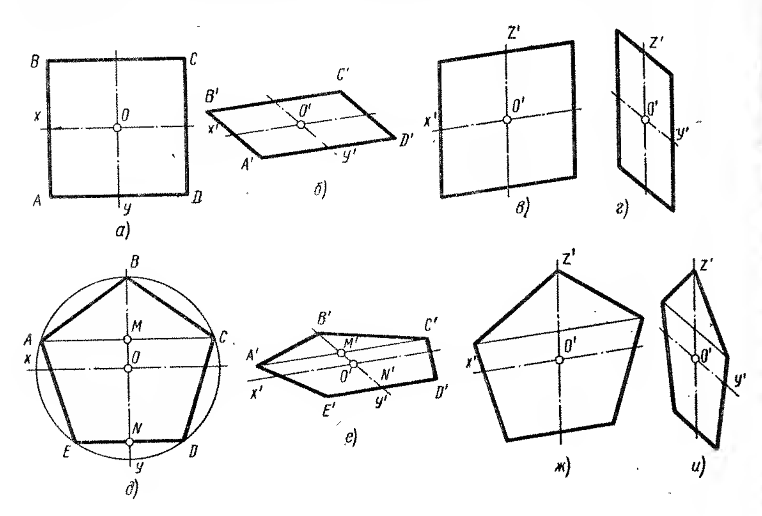


Рис. 70

лярные прямые и откладывают по горизонтальной прямой величину большой оси эллипса $A'B' = 1{,}06d$, а по вертикальной — величину малой оси эллипса $C'D' = 0{,}35d$.

От точки O' пересечения осей откладывают по вертикали отрезки $O'O_1$ и $O'O_2$, равные величине большой оси эллипса $A'B'$, т. е. $1{,}06d$. Точки O_1 и O_2 являются центрами больших дуг овала. Для получения еще двух центров O_3 и O_4 откладывают на горизонтальной прямой от точек A' и B' отрезки $A'O_3$ и $B'O_4$, равные $^1/_4$ величины малой оси, т. е. $^1/_4 C'D'$. Из точки O_1 радиусом, равным отрезку O_1D', проводят дугу овала до пересечения в точках $1'$ и $2'$ с линиями центров O_1O_3 и O_1O_4. Точки $1'$ и $2'$ являются точками сопряжения дуг овала. Аналогично проводят дугу из центра O_2. Из точек O_3 и O_4 проводят замыкающие дуги овала радиусами O_3A' и O_4B'.

На рис. 72, *б* показано построение овала, заменяющего изображение в диметрии окружности, лежащей в плоскости Π_2. Проводят оси x' и z' и строят на этих осях ромб со стороной, равной d. На большой диагонали ромба откладывают величину большой оси эллипса ($A'B' = 1{,}06d$), а на меньшей — величину малой оси ($C'D' = 0{,}95d$). Из

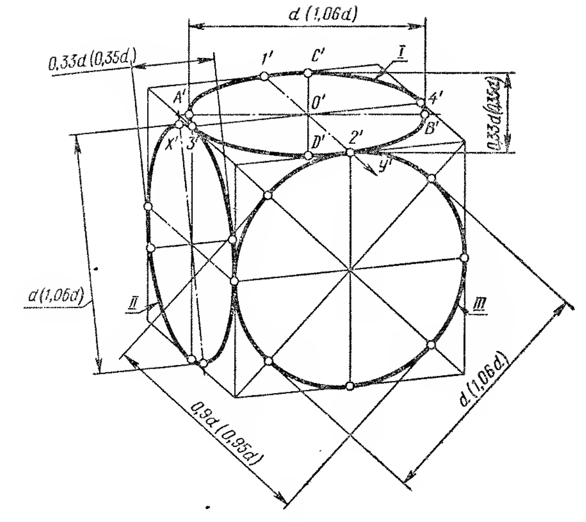


Рис. 71

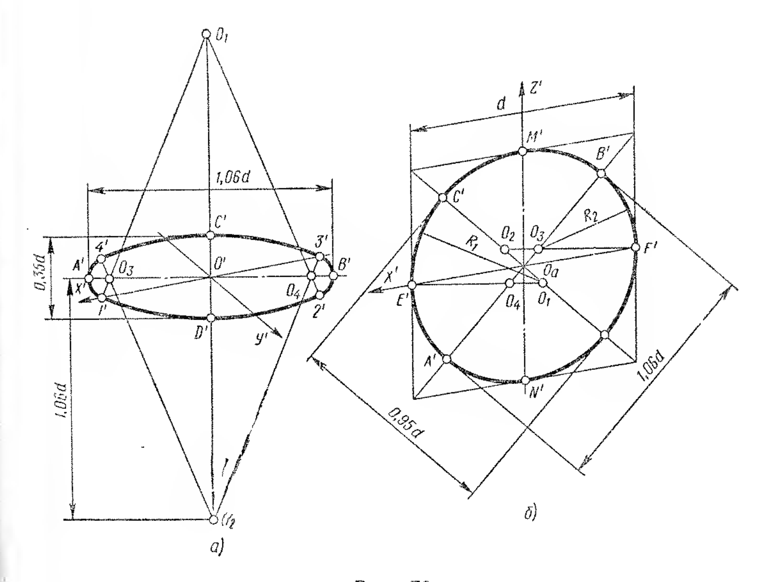


Рис. 72

точек E' и F' середины вертикальных сторон ромба проводят горизонтальные прямые до пересечения с диагоналями ромба в точках O_1, O_2, O_3, O_4, которые являются центрами овала. Из точек O_1 и O_2, как из центров, проводят дуги радиусом $R_1 = O_1C'$, а из точек O_3 и O_4 — радиусом $R_2 = O_3B'$. Точками сопряжения этих дуг являются середины сторон ромба (E', M', F', N').

ФРОНТАЛЬНАЯ КОСОУГОЛЬНАЯ ДИМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ

В ГОСТе 2.317—69 предусмотрена косоугольная диметрия с направлением осей, как показано на рис. 73, *а*. Коэффициенты искажения по осям x' и z' $p = r = 1$, а по оси y' $q = 0{,}5$. Допускается при-

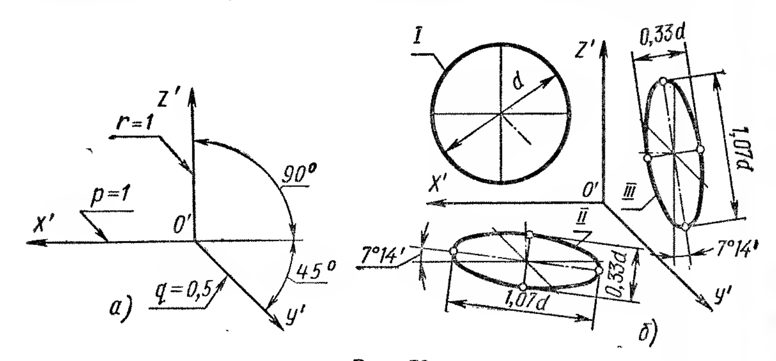


Рис. 73

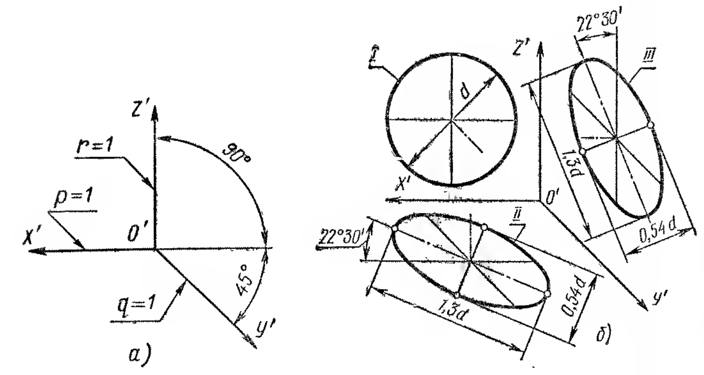


Рис. 74

менять фронтальные диметрические проекции с наклоном оси y' к горизонтальной линии под углами 30 и 60°.

На рис. 74, *а* изображено проецирование окружностей во фронтальной косоугольной диметрии. Окружности, расположенные в плоскости, параллельной фронтальной плоскости проекций, проецируются на

аксонометрическую плоскость без искажения *; окружности, расположенные в плоскостях, параллельных горизонтальной и профильной плоскостям проекций,— в эллипсы, большая ось которых равна $1{,}07d$, а малая — $0{,}33d$. Большая ось эллипса *II* составляет с осью x' угол 7° 14', а большая ось эллипса *III* — тот же угол с осью z'.

Построение упрощенных изображений этих эллипсов, как четырехцентровых овалов, производится по тем же правилам, что и в прямоугольной диметрии.

ФРОНТАЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ

Положение аксонометрических осей показано на рис. 73, *б*. Фронтальную изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям x', y', z', т. е. $p = q = r = 1$. Допускается применять фронтальные изометрические проекции с наклоном оси y' к горизонтальной линии под углами 30 и 60°.

Окружности, расположенные в плоскости, параллельной фронтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость без искажения, а окружности, расположенные в плоскостях, параллельных горизонтальной и профильной плоскостям проекций,— в эллипсы (рис. 74, *б*). Большая ось эллипсов *II* и *III* равна $1{,}3d$, а малая ось — $0{,}54d$. Углы, под которыми направлены большая и малая оси, показаны на рис. 74, *б*. Построение эллипсов, как овалов, производят по правилам геометрического черчения (построение овала по двум осям см. с. 32).

ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ

Положение аксонометрических осей показано на рис. 75, *а*.

Допускается применять горизонтальные изометрические проекции с наклоном оси y' к горизонтальной линии под углами 45 и 60°, сохраняя угол между осями x' и y' 90°.

Горизонтальную изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям x', y', z', т. е. $p = q = r = 1$.

Окружности, расположенные в плоскости, параллельной горизонтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций без искажения, а окружности, расположенные в плоскостях, параллельных фронтальной и профильной плоскостям проекций,— в эллипсы (рис. 75, *б*). Большая ось эллипса *I* равна $1{,}37d$, а малая ось — $0{,}37d$. Большая ось эллипса *III* равна $1{,}22\ d$, а малая ось — $0{,}71d$. Направление осей эллипсов показано на рис. 75, *б*.

Построение эллипса *III* можно производить по правилам построения овалов в прямоугольной изометрии (см. с. 61), а эллипса *I* — по двум осям по правилам построения овалов в геометрическом черчении.

Правило штриховки сечений в аксонометрических проекциях приведено на рис. 76, *а*. Линии штриховки наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, расположенных в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям. При нанесении размеров выносные линии проводят

* Поэтому косоугольную фронтальную диметрию и косоугольные изометрии целесообразно применять в тех случаях, когда деталь имеет несколько окружностей, расположенных в одной или параллельных плоскостях.

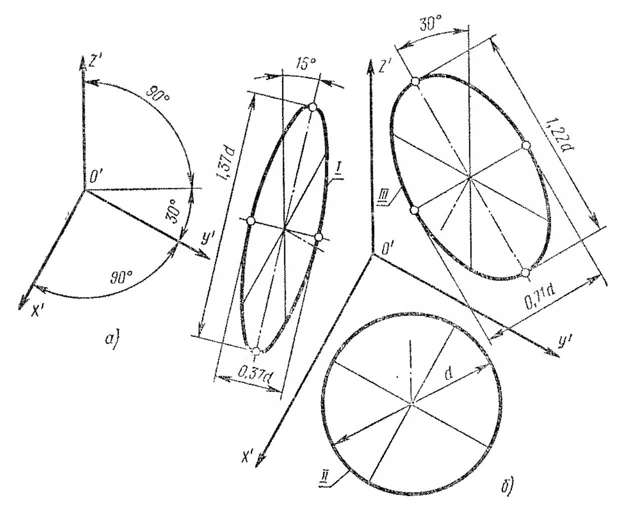


Рис. 75

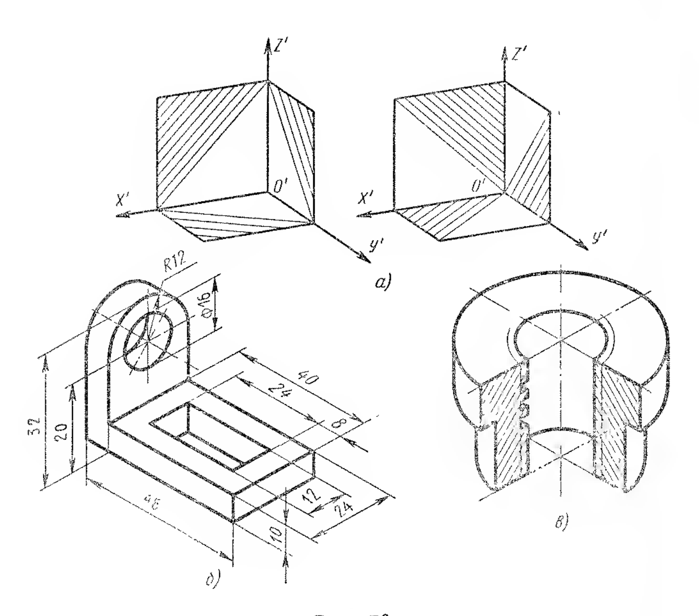


Рис. 76

параллельно аксонометрическим осям, а размерные — параллельно измеряемому отрезку (рис. 76, *б*).

В аксонометрических проекциях спицы маховиков и шкивов, ребра жесткости и подобные элементы штрихуют.

В аксонометрических проекциях резьбу изображают по ГОСТу 2.311—68. Допускается изображать профиль резьбы полностью или частично, как показано на рис. 76, *в*.

При выполнении в аксонометрических проекциях зубчатых колес, реек, червяков и подобных элементов, допускается применять условности по ГОСТу 2.402—68.

ПРОЕЦИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Форма многих технических деталей представляет собой сочетание простых геометрических тел. Поэтому для выполнения и чтения чертежей изделий необходимо знать, как правильно изображаются геометрические тела. Рассмотрим построение на комплексном чертеже основных геометрических тел: призмы, пирамиды, цилиндра, конуса, сферы и тора.

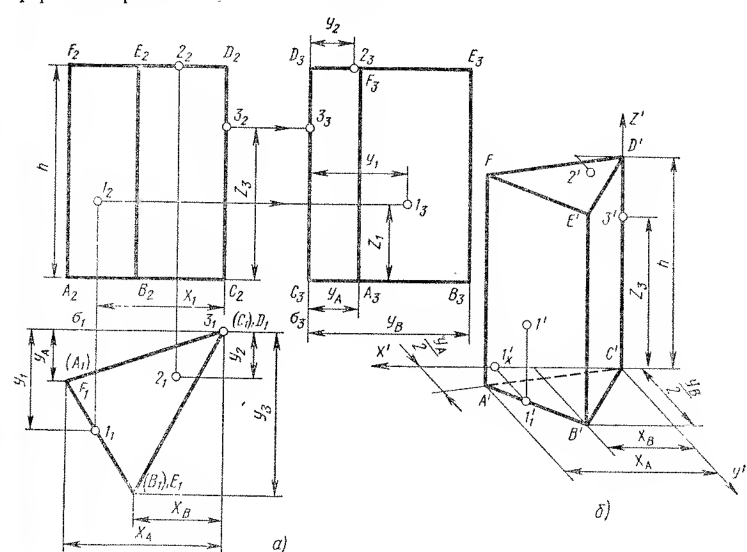


Рис. 77

Призмой называется многогранник, у которого две грани (основания) — равные многоугольники с соответственно параллельными сторонами, а боковые грани — параллелограммы или у прямой призмы — прямоугольники.

Элементами призмы являются вершины, боковые ребра, ребра основания и грани — два основания (верхнее и нижнее) и боковые грани.

На рис. 77, *а* изображено проецирование прямой треугольной призмы. На виде сверху призма изобразится треугольником, пред-

ставляющим собой проекцию обоих оснований. Стороны треугольника являются проекциями боковых граней призмы, а его вершины — проекциями боковых ребер. Видимым на виде сверху является лишь верхнее основание призмы *FED*.

На главном виде призма изобразится прямоугольником $A_2F_2D_2C_2$, который делится проекцией B_2E_2 переднего ребра на две неравные части. Грани *ABEF* и *BEDC* видимы на фронтальной проекции, а грань *AFDC* невидима. Боковые ребра призмы — горизонтально проецирующие прямые, которые на главном виде изображаются в виде вертикальных отрезков, равных натуральной величине ребер. Ребра верхнего и нижнего оснований призмы (*AB*, *BC*, *FE* и др.) лежат в горизонтальных плоскостях уровня и проецируются отрезками, параллельными оси проекций.

На виде слева призма также изобразится прямоугольником $C_3D_3E_3B_3$, который делится проекцией A_3F_3 ребра *AF* на две неравные части. Видимыми на виде слева будут грани *CDFA* и *AFEB*, а невидимой — грань *CDEB*. Боковые ребра призмы и ребра оснований изображаются на этом виде так же, как и на виде спереди.

Для построения элементов призмы на виде слева использован координатный способ построения проекций точек. За базовую плоскость для отсчета координат принята плоскость, проходящая через ребро *CD* параллельно фронтальной плоскости проекций. Следы этой плоскости обозначены на виде сверху σ_1, а на виде слева — σ_3.

Так, например, для построения профильных проекций вершин *A* и *B* замеряют соответствующие расстояния y_A и y_B от этих точек до базовой плоскости и откладывают их вправо от σ_3. Получают проекции точек A_3 и B_3.

На рис. 77, *а* дано построение проекций точек, расположенных на поверхности призмы. Дана фронтальная проекция 1_2 точки, расположенной на передней боковой грани призмы. Эта грань перпендикулярна к плоскости Π_1 и проецируется на эту плоскость отрезком $A_1F_1B_1E_1$. Очевидно, горизонтальная проекция 1_1 точки *1* находится на этом отрезке. Проекция 1_3 на виде слева найдена при помощи координаты y_1, отсчитываемой от базовой плоскости σ.

На том же рисунке дана горизонтальная проекция 2_1 точки *2*. Так как точка видима, то она находится на верхнем основании призмы. Ее фронтальная проекция 2_2 совпадает с $F_2E_2D_2$. Профильная проекция 2_3 найдена с помощью координаты y_2.

Точка *3* расположена на боковом ребре призмы *CD*, и ее проекции совпадают с проекциями этого ребра.

На рис. 77, *б* призма изображена в косоугольной фронтальной диметрии, причем условно принято, что аксонометрическая ось *z'* совпадает с ребром призмы *CD*.

Используя координаты x_A и y_A, x_B и y_B, определяют аксонометрические проекции *A'* и *B'* вершин нижнего основания призмы. Учитывая, что показатель искажения по оси *y'* равен 0,5 ($q = 0{,}5$), размеры y_A и y_B соответственно уменьшают в 2 раза.

Из точек *A'*, *B'*, *C'* проводят прямые, параллельные оси *z'*, дающие направление боковых ребер призмы. На этих прямых откладывают отрезки, равные длине боковых ребер призмы, т. е. $A'F' = A_2F_2$, $B'E' = B_2E_2$. Соединяя полученные точки *F'*, *E'*, *D'*, находят аксонометрическое изображение верхнего основания призмы.

Случайные точки *1*, *2*, *3*, расположенные на поверхности призмы, перенесены на аксонометрическое изображение с помощью координатной ломаной линии. Например, для построения аксонометрической

проекции *1'* проведена трехзвенная координатная ломаная линия $C'1'_x1'_11'$, отрезки которой соответственно равны координатам x_1, y_1, z_1 $\left(\text{с учетом показателя искажения по оси } y_1\text{, т. е. } 1'_x1'_1 = \frac{y_1}{2}\right)$.

Пирамидой называется многогранник, у которого одна грань (основание) представляет собой многоугольник, а боковые грани — треугольники, имеющие общую вершину. Элементами пирамиды являются вершины, боковые ребра, ребра основания и грани, одно из которых — основание пирамиды.

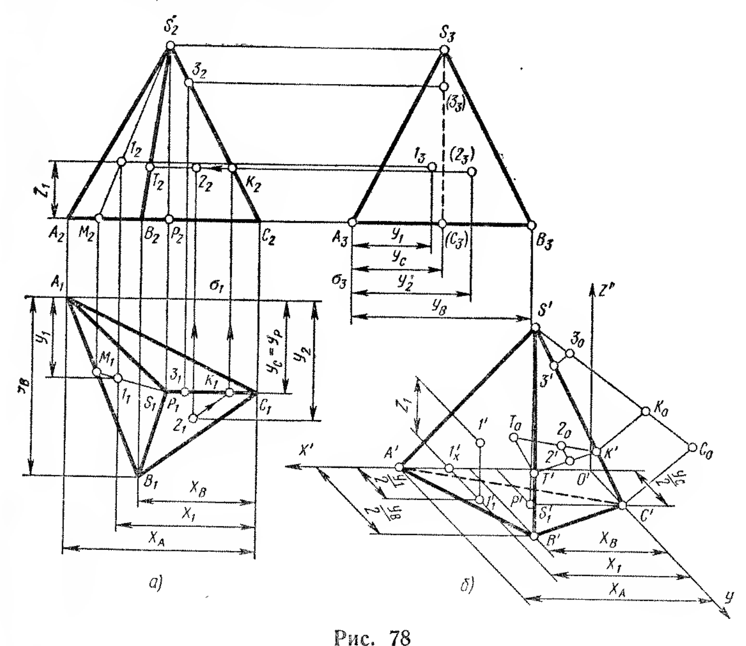


Рис. 78

На рис. 78, *а* изображена треугольная неправильная пирамида. На виде сверху пирамида изобразится треугольником, равным по величине основанию пирамиды. Проекциями боковых ребер этот треугольник делится на три треугольника, каждый из которых представляет собой проекцию боковой грани пирамиды. Таким образом, на виде сверху видимы все три боковые грани пирамиды. Боковые ребра *AS* и *BS* — прямые общего положения, а ребро *CS* — фронтальная прямая, поэтому проекция S_2C_2 равна натуральной величине этого ребра.

Изображение пирамиды на виде спереди представляет собой треугольник, разделенный проекцией ребра S_2B_2 на две части. На виде спереди видимыми будут грани *ABS* и *BCS*, а грань *ACS* невидима. На виде слева пирамида также изобразится треугольником, представляющим собой проекцию видимой грани *ABS*. Грани *ACS* и *BCS* на виде слева невидимы, и невидимое ребро *SC* изобразится штриховой линией.

Для построения элементов призмы на виде слева использован координатный способ. За базу отсчета принята базовая фронтальная плоскость, проходящая через вершину пирамиды A. Следы базовой плоскости σ обозначены σ_1 и σ_3. Замеряя и откладывая отрезки y_C и y_B, определяют профильные проекции C_3 и B_3 вершин основания пирамиды.

На рис. 78, *а* дано построение проекций точек, расположенных на поверхности пирамиды. Фронтальная проекция 1_2 точки лежит на грани ABS. Горизонтальная проекция 1_1 определена с помощью вспомогательной прямой SM, проходящей через вершину пирамиды.

Фронтальная проекция 3_2 точки 3 лежит на проекции ребра S_2C_2. Поэтому для определения горизонтальной и профильной проекций этой точки достаточно провести линии связи до пересечения с соответствующими проекциями ребра SC.

Задана горизонтальная проекция 2_1 точки, расположенной на грани BCS. Для построения ее фронтальной проекции проводят горизонтальную проекцию 2_1K_1 вспомогательной прямой, параллельно B_1C_1 и определяют фронтальную проекцию K_2 точки K, лежащей на ребре CS. Известно, что если прямые, лежащие в одной плоскости, параллельны между собой, то их одноименные проекции на чертеже также параллельны. Следовательно, фронтальная проекция вспомогательной прямой пройдет из точки K_2 параллельно отрезку B_2C_2. Проводя из точки 2_1 линию связи до пересечения с фронтальной проекцией вспомогательной прямой, получают проекцию 2_2 точки 2.

Профильные проекции точек 1_3 и 2_3 построены с использованием координат y_1 и y_2, замеряемых и откладываемых от базовой плоскости.

На рис. 78, *б* пирамида изображена во фронтальной косоугольной диметрии. Условно принято, что ось x' проходит через вершину пирамиды A', а ось y' — через вершину C'. Аксонометрическая проекция вершины пирамиды B' найдена с помощью координат x_B и y_B (значение координаты y_B взято уменьшенным в 2 раза). Из точки S_1' параллельно оси z' откладывают высоту пирамиды $(S_1'S' = S_2P_2)$ и соединяют полученную вершину S' с вершинами треугольника основания. Видимые ребра обводят сплошными линиями, а невидимые — штриховыми.

Так как аксонометрические проекции получаются параллельным проецированием оригинала на аксонометрическую плоскость, то для них сохраняются в силе все свойства параллельного проецирования, в том числе и свойство пропорционального деления отрезков.

Поэтому для построения аксонометрической проекции $3'$ точки 3 из вершины S' под произвольным углом проведена вспомогательная прямая и на ней отложены отрезки, соответственно равные $S'3_0 = S_23_2$ и $3_0C_0 = 3_2C_2$. Точка C_0 соединена с точкой C', и из точки 3_0 проведена прямая $3_03'$, параллельная C_0C'. Точка $3'$ — искомое аксонометрическое изображение точки 3. Аналогично найдены аксонометрические проекции точки $2'$ и вспомогательной точки K'.

Для построения в аксонометрии точки $1'$ использована трехзвенная координатная ломаная линия $O'1_x'1_1'1'$, звенья которой соответственно равны координатам точки 1, т. е. $O'1_x' = x_1$; $1_x'1_1' = \frac{y_1}{2}$; $1_1'1' = z_1$.

Цилиндром называется геометрическое тело, ограниченное цилиндрической поверхностью и двумя основаниями. Цилиндры делятся на прямые и наклонные. Цилиндр, у которого в основании лежит круг, а образующие перпендикулярны к плоскости основания, называется цилиндром вращения.

На рис. 79, *а* изображен в трех видах цилиндр вращения. На виде сверху цилиндр проецируется в круг диаметром d, являющийся проекцией обоих оснований, параллельных плоскости Π_1. Окружность представляет собой проекцию боковой цилиндрической поверхности. На главном виде цилиндр изображается прямоугольником, высота которого равна высоте цилиндра, а ширина — диаметру основания. На виде слева цилиндр изображается прямоугольником таких же размеров, как и на главном виде.

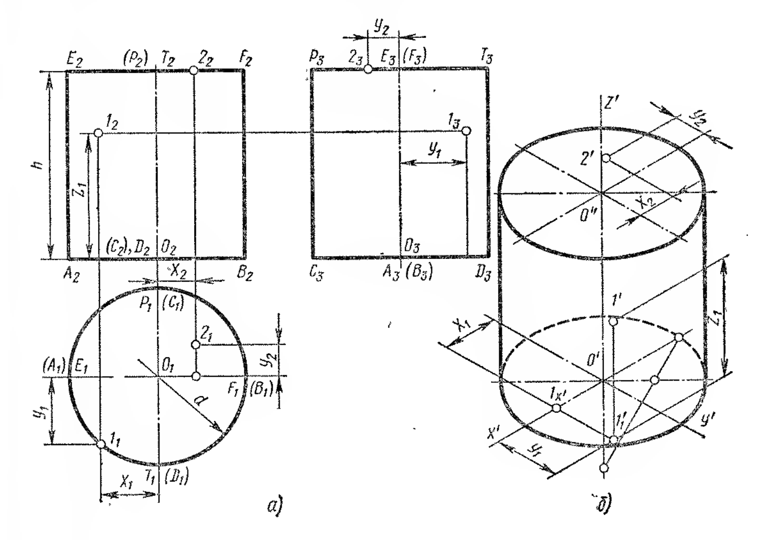


Рис. 79

На виде сверху видимым является лишь верхнее основание цилиндра. На главном виде видима передняя часть цилиндрической поверхности. Границей, отделяющей видимую часть поверхности от невидимой, являются проекции очерковых образующих AE и BF. На виде слева границей, отделяющей видимую часть от невидимой, являются образующие цилиндра CP и DT.

Дана фронтальная проекция 1_2 точки, расположенной на передней видимой части поверхности цилиндра. Боковая проецирующаяся поверхность цилиндра изображается на плоскости Π_1 в виде окружности, совпадающей с очерком основания цилиндра. Следовательно, горизонтальные проекции всех точек, расположенных на цилиндрической поверхности, также проецируются на эту окружность. Опуская из точки 1_2 перпендикуляр до пересечения с передней полудугой окружности, получают точку 1_1. Профильная проекция 1_3 найдена координатным способом.

Дана горизонтальная проекция 2_1 точки, расположенной на верхнем основании цилиндра, которое на главном виде изображается отрезком E_2F_2. Восставив из точки 2_1 перпендикуляр до пересечения с отрезком E_2F_2, получают фронтальную проекцию 2_2 точки 2. Замерив координату y_2, определяют профильную проекцию 2_3 точки 2.

На рис. 79, *б* изображена изометрическая проекция цилиндра. Основание цилиндра проецируется в эллипс, который упрощенно выполняется как четырехцентровой овал. На рисунке овал построен по сопряженным диаметрам. От точки O' по оси z' откладывают отрезок $O'O''$, равный высоте цилиндра, и строят верхнее основание, равное по величине нижнему основанию.

Соединив касательными прямыми концы больших осей верхнего и нижнего оснований, получают изображение цилиндра в изометрической проекции.

Для построения аксонометрической проекции точки $1'$ использована трехзвенная координатная ломаная линия $O'1'_x1'_11'$, отдельные звенья которой соответственно равны координатам точки, т. е. $O'1'_x = x_1$; $1'_x1'_1 = y_1$; $1'_11' = z_1$. Аналогично по значению координат x_2 и y_2 построено аксонометрическое изображение точки $2'$, лежащей на верхием основании цилиндра

Конусом называется геометрическое тело, ограниченное конической поверхностью и плоским основанием. Конус, основанием которого служит круг, а высотой — перпендикуляр, опущенный из вершины на основание и проходящий через центр круга, называется конусом вращения. Если конус вращения пересечь плоскостью, параллельной его основанию, то часть, заключенная между основанием и секущей плоскостью, называется усеченным конусом.

На рис. 80, *а* изображен в трех видах конус вращения. На виде сверху конус проецируется в круг, центр которого является проекцией вершины конуса; на главном виде и виде слева — в равнобедренный треугольник, основание которого равно диаметру окружности, а высота — высоте конуса. Боковые стороны этих треугольников равны натуральной величине образующих конуса.

На виде сверху видимой является вся боковая коническая поверхность. На виде спереди видима передняя часть конической поверхности. Границей, отделяющей видимую часть поверхности от невидимой, являются проекции A_2S_2 и B_2S_2 очерковых образующих. На виде слева проекции C_3S_3 и D_3S_3 очерковых образующих отделяют видимую часть поверхности от невидимой.

Для определения проекций точек, расположенных на поверхности конуса, используются вспомогательные линии — прямые и окружности, лежащие на поверхности и проходящие через данные точки.

На рис. 80, *а* дана фронтальная проекция 1_2 точки *1*. Через точки 1_2 и S_2 проведена фронтальная проекция S_21_2 образующей конуса, эта образующая пересекает основание конуса в точке *K*. Определяют горизонтальную проекцию S_1K_1 образующей и на ее пересечении с линией связи, проведенной из проекции 1_2, находят горизонтальную проекцию 1_1 искомой точки. Профильная проекция 1_3 точки *1* найдена с помощью координаты y_1. За базу отсчета принята плоскость, проходящая через ось конуса параллельно фронтальной плоскости проекций (плоскость σ).

Для определения горизонтальной проекции точки *2* применен другой способ. Через точку *2* проводят вспомогательную горизонтальную плоскость уровня α. Эта плоскость пересечет конус по окружности радиуса R_1. Из точки S_1 проводят дугу окружности радиусом R_1 до пересечения с вертикальной линией связи, проведенной из фронтальной проекции 2_2; точка 2_1 — искомая горизонтальная проекция точки *2*. На виде слева проекция 2_3 определена координатным способом.

На рис. 80, *б* изображена изометрическая проекция конуса. Основание конуса, которое проецируется в эллипс, упрощенно построено как четырехцентровой овал по двум сопряженным диаметрам. От точки O' по оси z' откладывают величину $O'S'$, равную высоте h конуса, и из найденной точки S' проводят очерковые образующие, касательные к основанию. Необходимо обратить внимание на то, что в отличие от цилиндра очерковые образующие конуса не проходят через крайние точки большой оси эллипса.

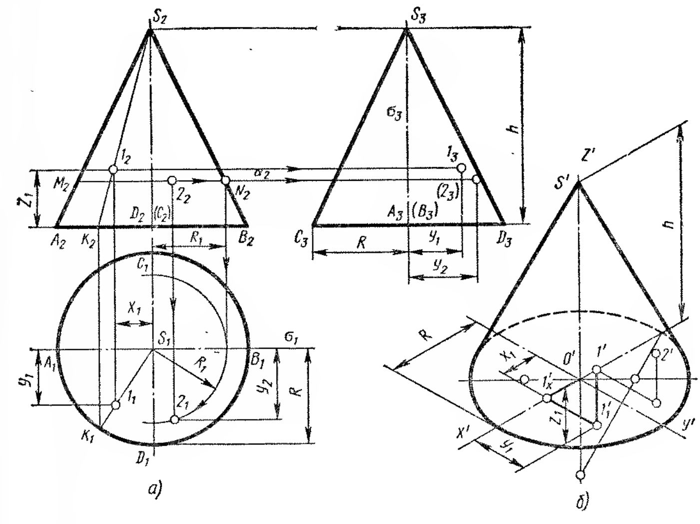


Рис. 80

Для построения аксонометрического изображения точек *1* и *2* использованы трехзвенные координатные ломаные линии. Так для построения точки $1'$ проведена трехзвенная линия $O'1'_x1'_11'$, у которой $O'1'_x = x_1$, $1'_x1'_1 = y_1$, $1'_11' = z_1$.

ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ

Поверхность, образованная вращением плоской или пространственной кривой вокруг неподвижной оси, называется **поверхностью вращения** (рис. 81). Для получения поверхности вращения необходимо задать ее ось *i* и образующую *l*. При вращении вокруг оси каждая точка образующей *l* описывает окружность, плоскость которой перпендикулярна к оси вращения. Эти окружности называются *параллелями* поверхности. Наибольшая параллель поверхности называется ее *экватором*, а наименьшая — *горлом*. Множество параллелей образует семейство линий каркаса поверхности.

Если поверхность вращения пересечь плоскостями, проходящими через ось вращения, образуются кривые, называемые *меридианами* поверхности. Меридианы образуют второе семейство линий каркаса поверхности. Все меридианы поверхности равны между собой. Меридиан *m*, расположенный во фронтальной плоскости σ, называется глав-

ным или фронтальным меридианом, который проецируется на плоскость Π_2 без искажения и создает очертание поверхности на этой плоскости. Меридиан, расположенный в профильной плоскости δ, называется профильным. Он создает очерк поверхности вращения на плоскости Π_3.

Для построения проекций точек, лежащих на поверхности вращения, используют параллели, проходящие через эти точки. На рис. 81 для определения горизонтальной проекции M_1 точки M проведена параллель β, пересекающая поверхность вращения по окружности радиуса R_M. Проведя из точки M_2 линию связи до пересечения с горизонтальной проекцией этой окружности, находят точку M_1.

Поверхности вращения второго порядка образуются при вращении кривых второго порядка вокруг их осей. Из этих поверхностей рассмотрим сферу, эллипсоид, параболоид и гиперболоид вращения.

Сфера (рис. 82, *а*). *Сферой* называется тело вращения, ограниченное сферической поверхностью, все точки которой одинаково удалены от центра O. Любая прямая, проходящая через центр сферы, является осью симметрии, а любая плоскость — плоскостью симметрии.

Сфера проецируется на все три плоскости проекций в круг диаметра d. Для характеристики сферы на ее поверхности выделены три окружности: экватор (p), главный или фронтальный меридиан (m) и профильный меридиан (n). На чертеже показаны проекции этих трех главных линий.

На виде сверху экватор делит поверхность шара на видимую и невидимую части. Все точки, лежащие выше экватора, будут видимы на виде сверху. Границей видимости на главном виде является фронтальный меридиан, а на виде слева — профильный меридиан.

На рис. 82, *а* дана фронтальная проекция M_2 точки M. Для определения проекции M_1 проводят вспомогательную горизонтальную плоскость α, которая рассекает сферу по параллели радиуса R_M. Строят горизонтальную проекцию окружности сечения и находят проекцию M_1 на пересечении контура этой окружности с линией связи, проведенной из M_2. Профильную проекцию M_3 этой точки можно определить либо используя координату y_M, либо проводя самостоятельную секущую плоскость σ. Эта плоскость пересекает сферу по окружности радиуса R_T. Строят на плоскости Π_3 эту окружность и из точки M_2 проводят линию связи до пересечения с дугой окружности в точке M_3.

Точка N, лежащая на экваторе, определена без проведения вспомогательной плоскости.

На рис. 82, *б* сфера изображена в прямоугольной изометрии. Во всех видах прямоугольной аксонометрии сфера изображается в виде круга. Диаметр этого круга в изометрии равен $1{,}22d$, если построение выполнено без сокращения по осям. Для придания большей наглядности изображению сферы кроме очерка — окружности строят еще аксонометрические проекции трех взаимно перпендикулярных окружностей — экватора, фронтального и профильного меридианов. Эти эллипсы обозначены теми же буквами m, n, p, что и на комплексном чертеже. Точка C' — видимый верхний полюс сферы, а точка D' — невидимый нижний полюс.

С помощью трехзвенной координатной ломаной линии $O'M'_xM'_1\,M'$ найдена в аксонометрии точка M', лежащая на поверхности сферы ($O'M'_x = x_M$; $M'_xM'_1 = y_M$; $M'_1M' = z_M$). Аналогично построена и точка N', лежащая на экваторе.

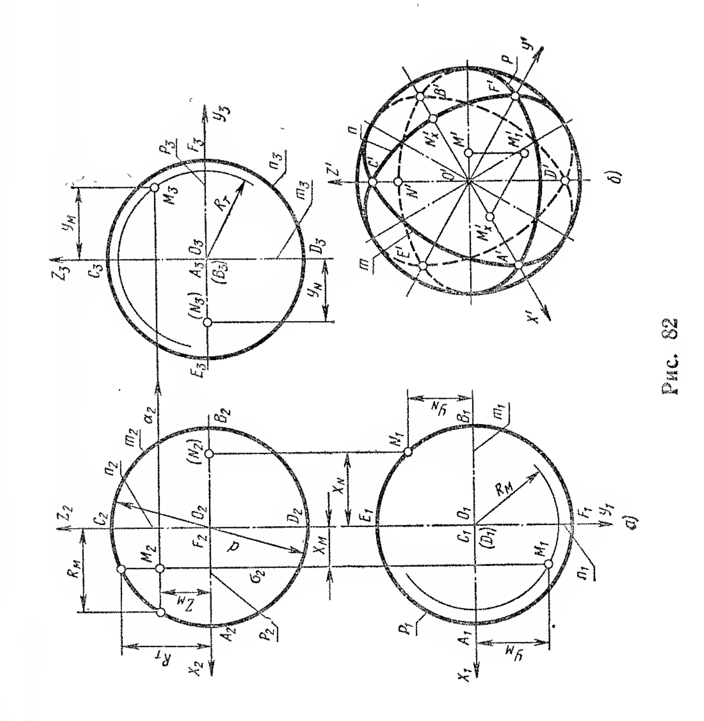


Рис. 82

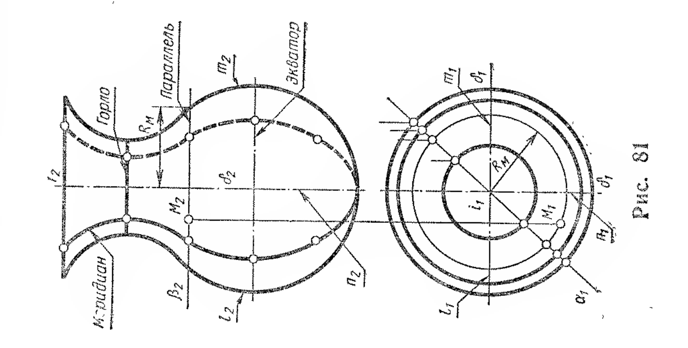


Рис. 81

Эллипсоид вращения (рис. 83). Поверхность, образованная вращением эллипса вокруг одной из его осей, называется *эллипсоидом вращения.* Если эллипс вращать вокруг большой оси, совпадающей, например, с осью z (рис. 83, *а*), то образуется вытянутый эллипсоид, уравнение которого будет

$$\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{a^2} = 1.$$

Здесь и далее уравнения приведены для случаев, когда начало координатных осей совпадает с центром поверхности вращения, а у параболоида вращения — с его вершиной.

Если вращать эллипс вокруг малой оси, совпадающей, например, с осью z (рис. 83, *б*), то образуется сжатый эллипсоид, уравнение которого будет

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1.$$

На рис. 83 показаны проекции экватора (p), главного (m) и профильного (n) меридианов.

Горизонтальная проекция точки M_1 определена с помощью параллели (см. рис. 83, *а*), полученной в сечении эллипсоида вращения горизонтальной плоскостью α, а точки N (рис. 83, *б*) — с помощью секущей плоскости β. На рис. 83 кроме уравнений эллипсоида записаны уравнения меридианов и экватора.

Параболоид вращения (рис. 84). Поверхность, образованная вращением параболы вокруг ее оси, называется *параболоидом вращения.* Уравнение параболоида вращения для случая, когда ось параболы совпадает с направлением оси z, имеет вид

$$x^2 + y^2 = 2pz.$$

На рис. 84 записано уравнение фронтального меридиана и параллели, соответствующей наибольшему раствору ветви параболы. Как и для эллипсоида вращения, буквами p, m и n обозначены наибольшая параллель, главный и профильный меридианы. Горизонтальная проекция точки M найдена с помощью параллели, полученной при пересечении параболоида вращения плоскостью α.

Гиперболоид вращения. *Однополостной гиперболоид* вращения образуется при вращении гиперболы вокруг ее мнимой оси (рис. 85), а *двуполостной* — при вращении вокруг действительной оси.

Уравнение однополостного гиперболоида вращения для случая, когда ось z совпадает с направлением мнимой оси, имеет вид

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} - \frac{z^2}{b^2} = 1.$$

Как и в предыдущих случаях, на рисунке указаны проекции меридианов, параллелей (горла и наибольшей параллели) и найдены проекции точки M.

Тор. Поверхность, образованная вращением окружности вокруг оси, лежащей в ее плоскости и не проходящей через центр окружности, называется *тором.* Тор относится к поверхностям вращения четвертого порядка. На рис. 86 приведено несколько случаев образования торовой поверхности.

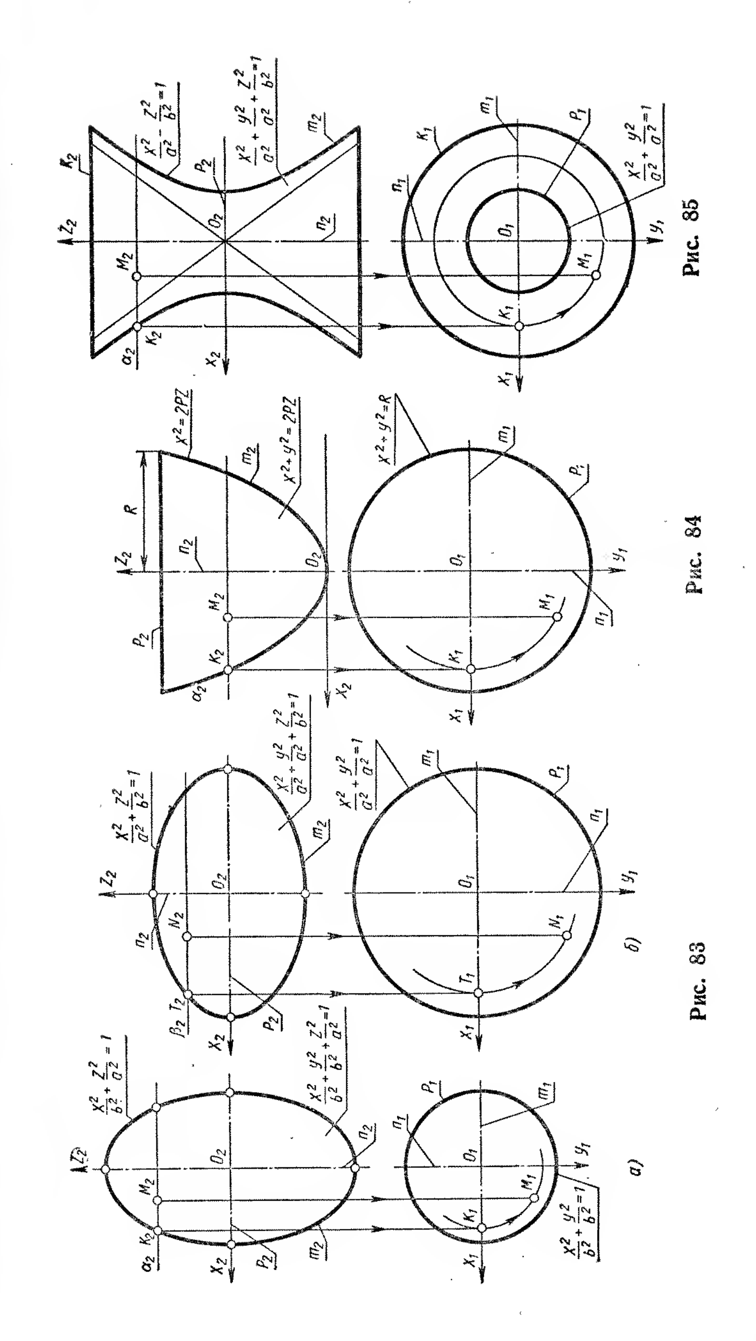


Рис. 85

Рис. 84

Рис. 83

Ось вращения i не пересекает окружность, вращающуюся вокруг оси. В этом случае образуется круговое кольцо или открытый тор. На рис. 86, *а* изображены две проекции кругового кольца.

Ось вращения касается очерка окружности. При вращении получается поверхность, являющаяся переходной от открытого тора к закрытому (рис. 86, *б*).

Ось вращения i пересекает окружность в точках C и D, и вращается большая дуга окружности. Образуется поверхность закрытого тора, напоминающая по своей форме яблоко (рис. 86, *в*). Если бы вращалась меньшая часть дуги окружности, то образовался бы закрытый тор, напоминающий по форме лимон.

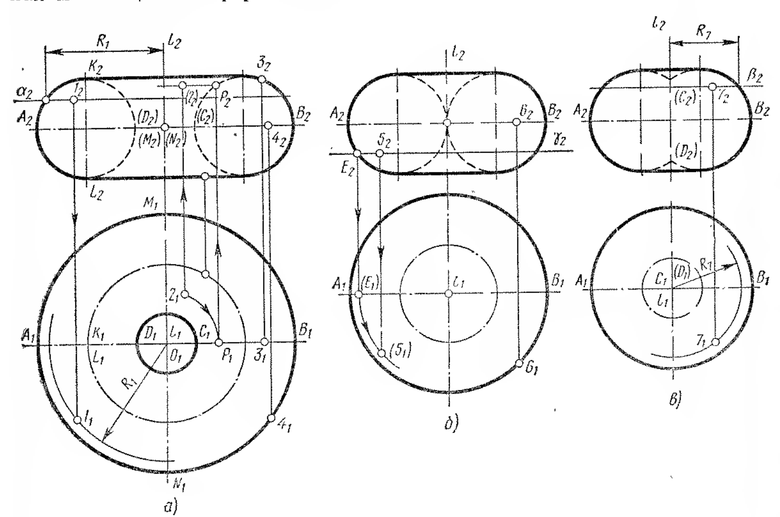


Рис. 86

Для характеристики тора на его поверхности выделяют параллели и меридианы. Подобно шару наибольшая параллель называется экватором, а меридианы, параллельные плоскостям проекций Π_2 и Π_3,— фронтальными (главными) и профильными.

Для построения проекций точек на поверхности тора пользуются вспомогательными горизонтальными плоскостями, перпендикулярными к оси вращения. Эти плоскости пересекают тор по окружностям, проецирующимся на виде сверху в натуральную величину.

На рис. 86, *а* горизонтальная проекция 1_1 точки 1, лежащей на поверхности кругового кольца, определена с помощью вспомогательной горизонтальной плоскости α, пересекающей тор по окружности радиуса R_1. Недостающие проекции точки 3, лежащей на фронтальном меридиане, и точки 4, лежащей на экваторе, определены непосредственным проведением линий связи. Для нахождения фронтальной проекции точки 2_2 из точки O_1, как из центра, проведена окружность радиусом $O_1 2_1$ до пересечения с проекцией главного меридиана в точке P_1, определена фронтальная проекция P_2 этой точки и из нее проведен след секущей плоскости, на которой находится проекция 2_2.

Проводя из точки 2_1 линию связи до пересечения с найденным следом секущей плоскости, определяют искомую проекцию 2_2.

Аналогично определены недостающие проекции точек 5, 6 и 7 на рис. 86, *б* и *в*.

СЕЧЕНИЕ ТЕЛ ПЛОСКОСТЯМИ

Сечением поверхности геометрических тел плоскостью называется плоская фигура, точки которой принадлежат и поверхности тела, и секущей плоскости. Сечения широко применяются в техническом черчении для выявления формы и внутреннего устройства предметов.

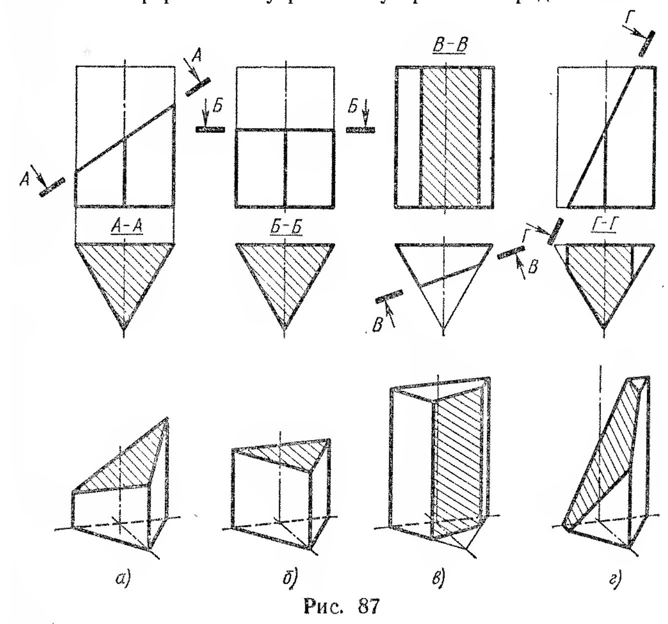


Рис. 87

В сечении многогранника плоскостью образуется многоугольник. Вершины многоугольника образуются пересечением ребер многогранника с секущей плоскостью, а стороны многоугольника — линии пересечения плоскости с гранями многогранника. Задача на определение сечения многогранника плоскостью может быть решена или определением точек встречи ребер фигуры с секущей плоскостью (способ ребер), или нахождением линий пересечения граней многогранника плоскостью (способ граней). Чаще применяется первый способ.

Рассматриваемые задачи состоят из решения комплекса таких вопросов: а) построение проекций фигуры сечения; б) определение натуральной величины сечения; в) построение развертки отсеченной части; г) построение аксонометрического изображения отсеченной части.

Пример 1. **Сечение призмы плоскостью.** В сечении призмы плоскостью могут получаться различные фигуры:

а) многоугольник, не равный основанию, если секущая плоскость наклонена к ребрам призмы (рис. 87, *а*, *г*);

б) многоугольник, параллельный и равный основанию, если секущая плоскость параллельна основанию призмы (рис. 87, *б*);

в) прямоугольник для прямой призмы или параллелограмм для наклонной, если секущая плоскость параллельна боковым ребрам призмы (рис. 87, *в*).

На рис. 88, *а* задана прямая шестигранная правильная призма. Требуется построить сечение этой призмы фронтально-проецирующей плоскостью, след которой обозначен $A—A$.

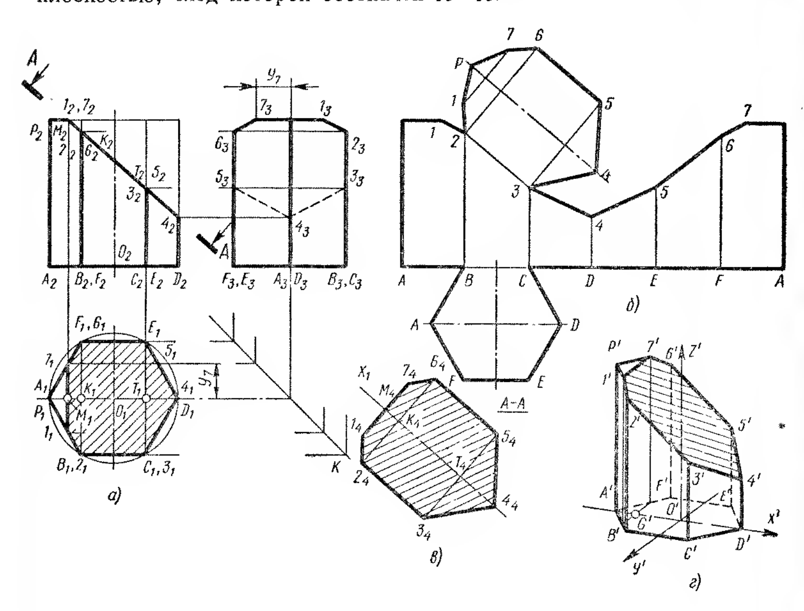


Рис. 88

Выполнение чертежа следует начинать с построения в тонких линиях трех видов: главного, сверху и слева. Далее определяют точки пересечения фронтально-проецирующей плоскости с ребрами призмы. Точки 2_2, 3_2, 4_2, 5_2, 6_2 — фронтальные проекции точек пересечения боковых ребер с секущей плоскостью, а 1_2 и 7_2 — фронтальные проекции точек пересечения с ребрами верхнего основания. Фронтальная проекция фигуры сечения изобразится отрезком $1_2—4_2$, который совпадает со следом, проекцией заданной плоскости. Проведя из точек 1_2, 7_2 линию связи до пересечения с горизонтальной проекцией верхнего основания, получают проекции 1_1 и 7_1. Горизонтальные проекции 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1 совпадут с горизонтальными проекциями соответствующих ребер призмы. Для получения профильной проекции сечения из точек 2_2, 3_2, . . ., 6_2 проводят горизонтальные линии связи до пересечения с профильными проекциями соответствующих ребер призмы. Получают точки 2_3, 3_3, . . ., 6_3. Проекции 1_3 и 7_3 могут быть найдены с помощью постоянной прямой чертежа K.

Горизонтальная проекция фигуры сечения заштрихована. Профильную проекцию сечения не штрихуют, так как она невидима. Очевидно, ни на горизонтальную, ни на профильную плоскости проекций фигура сечения не проецируется в натуральную величину, так как плоскость $A—A$ наклонена к плоскостям проекций Π_1 и Π_3.

Для определения натуральной величины сечения использован способ замены плоскостей проекций. На свободном месте поля чертежа проводят линию x_1 параллельно $A—A$ и откладывают на этой линии точки 4_4, T_4, K_4, M_4, выдерживая равенство соответствующих отрезков, т. е.

$$4_4T_4 = 4_2T_2;\ T_4K_4 = T_2K_2;\ K_4M_4 = K_2M_2.$$

Из точек M_4, K_4, T_4 проводят прямые, перпендикулярные к линии x_1, и откладывают на этих прямых отрезки, равные соответствующим отрезкам, замеренным на горизонтальной или профильной проекции фигуры ($T_45_4 = T_15_1$; $K_46_4 = K_16_1$ . . .).

Многоугольник $1_42_43_44_45_46_47_4$ равен натуральной величине фигуры сечения (рис. 88, *в*).

Развертку нижней усеченной части призмы строят по предварительно построенной развертке полной поверхности призмы (рис. 88, *б*). Разверткой боковой поверхности прямой призмы является прямоугольник, длина которого равна сумме сторон основания, а высота равна высоте призмы. К этому прямоугольнику пристраивают основание призмы. Пользуясь комплексным чертежом, переносят на развертку точки *1*, *2*, . . ., *7* фигуры сечения. Так на ребре B откладывают отрезок $B2 = B_22_2$, на ребре C — отрезок $C3 = C_23_2$ и т. д. К одному из отрезков линии сечения, например к отрезку *2—3*, пристраивают найденную натуральную величину фигуры сечения и оставшуюся часть верхнего основания призмы — треугольник *1—P—7*.

На рис. 88, *г* призма изображена в прямоугольной диметрии. Строят диметрическую проекцию шестиугольника основания призмы. Из точек A', B', C', D', E', F' — вершин основания, проводят лучи, параллельные оси z', и откладывают на этих лучах отрезки, соответственно равные величинам усеченных ребер призмы ($B'2' = B_22_2$, $C'3' = C_23_2$. . .). Из вершины A' проводят луч, на котором откладывают полную длину ребра призмы. Для получения точек $1'$ и $7'$ откладывают от точки O' по оси x' отрезок $OG' = O_1M_1$ и через точку G' проводят прямую, параллельную оси y'. Из точек пересечения проведенной прямой с шестиугольником основания призмы проводят лучи, параллельные оси z', и откладывают на этих лучах длину ребер призмы. Получают точки $1'$ и $7'$. Последовательно соединяя точки $1'$, $2'$, . . ., $7'$, получают изображение фигуры сечения в диметрии. Видимый контур обводят сплошными линиями, а невидимый — штриховыми.

Пример 2. **Сечение цилиндра вращения плоскостью.** В сечении цилиндра вращения плоскостью можно получить различные фигуры:

а) круг, если плоскость параллельна основанию (рис. 89, *а*);

б) прямоугольник, если плоскость параллельна оси цилиндра (рис. 89, *б*);

в) эллипс, если плоскость наклонена к оси цилиндра; при этом, если секущая плоскость захватывает все образующие, эллипс получается полным (рис. 89, *г*). Если же секущая плоскость пересекает одно или оба основания цилиндра, то эллипс получается неполным (рис. 89, *в*).

На рис. 90, *а* цилиндр вращения пересечен фронтально-проецирующей плоскостью, обозначенной $A—A$.

Построение чертежа начинают с вычерчивания в тонких линиях трех видов: главного, сверху и слева (рис. 90, *а*). На поверхности цилиндра проводят восемь (или 12) равномерно расположенных обра-

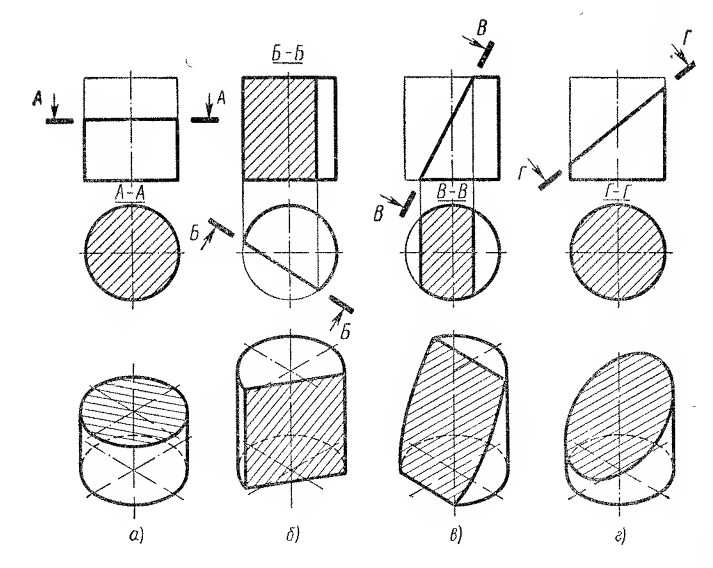


Рис. 89

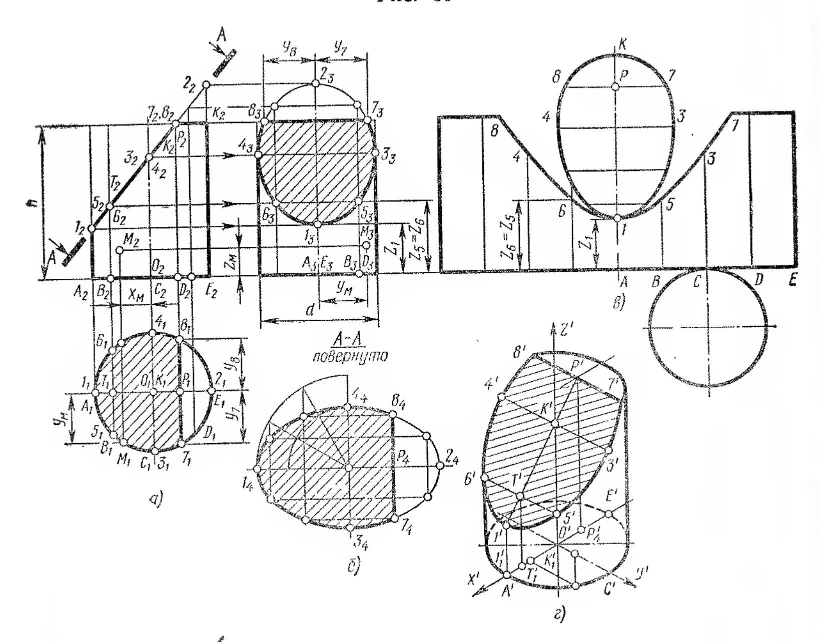


Рис. 90

зующих. Для этого горизонтальную проекцию основания делят на восемь равных частей и из точек деления A_1, B_1, C_1, . . . проводят линии связи до пересечения с фронтальной проекцией основания в точках A_2, B_2, C_2. . . Из этих точек проводят фронтальные проекции образующих цилиндра.

След, проекция $A—A$ секущей плоскости, пересекает фронтальные проекции образующих в точках 1_2, 5_2, 3_2. . ., принадлежащих фигуре сечения — эллипсу, который на главном виде проецируется отрезком $1_2—7_2$, а на виде сверху совпадает с очерком горизонтальной проекции цилиндра. Эллипс получается неполным, так как секущая плоскость пересекает основание цилиндра по прямой $7—8$. Построение проекции сечения на виде слева понятно из чертежа. Для нахождения проекций 7_3 и 8_3 использованы координаты y этих точек ($y_7 = y_8$).

Зная большую $1—2$ и малую $3—4$ оси эллипса сечения, способом, известным из геометрического черчения, строят эллипс — натуральную величину сечения (рис. 90, *б*); отрезок $2_4P_4 = 2_2P_2$, а $7_48_4 = 7_18_1$.

Для построения развертки усеченного цилиндра (рис. 90, *в*) вычерчивают тонкими линиями развертку боковой поверхности неусеченного цилиндра. Большая сторона прямоугольника развертки равна πd, где d — диаметр основания цилиндра, а меньшая равна высоте h цилиндра. Большую сторону прямоугольника делят на восемь равных частей и через точки деления проводят образующие цилиндра. На этих прямых откладывают отрезки, равные длине отсеченной части каждой образующей, т. е. $A1 = z_1$, $B5 = z_5$ . . .

Соединив при помощи лекала полученные точки $8, 4, 6, . . ., 7$, получают развертку линии сечения в виде части синусоидальной кривой. Дополнительно вычерчивают основание цилиндра и пристраивают натуральную величину сечения. Участок $8—K—7$ на развертке соответствует оставшейся части сегмента круга верхнего основания цилиндра.

На рис. 90, *г* усеченная часть цилиндра изображена в прямоугольной изометрии. Проекция $1_1'P_1'$ отрезка большой оси эллипса сечения совпадает с направлением аксонометрической оси x'. Откладывают отрезки $1_1'T_1'$, $T_1'K_1'$, $K_1'P_1'$, соответственно равные отрезкам 1_1T_1, T_1K_1, K_1P_1, замеренным на горизонтальной проекции комплексного чертежа (см. рис. 90, *а*). Из крайних точек $1_1'$ и P_1' проводят лучи, параллельные оси z', и откладывают на них отрезки $1_1'1' = A_21_2$ и $P_1'P' = h$. Соединив точки $1'$ и P', получают аксонометрическое изображение отрезка большой оси эллипса. Из точек T_1', K_1' проводят лучи, параллельные оси z', до пересечения с большой осью эллипса. Из точек T', K', P' проводят прямые, параллельные оси y', и откладывают на них величины, равные соответствующим хордам эллипса, т. е. $T'5' = T_15_1$, $K'3' = K_13_1$, $P'7' = P_17_1$ (см. рис. 90, *в*).

Соединив точки $1'$, $5'$, $3'$. . . плавной кривой, получают изображение в изометрии эллипса сечения. Видимый контур обводят сплошными линиями, невидимый — штриховыми.

На рис. 91, *а* построение изометрической проекции цилиндра, пересеченного фронтально-проецирующей плоскостью, выполнено с использованием вторичной фронтальной проекции цилиндра (изображение *I*).

На вторичной проекции отмечают ряд точек 1_2, 2_2, 3_2. . ., принадлежащих эллипсу сечения, и переносят их на аксонометрическое изображение. Например, для построения в изометрии точек $2'$ и $8'$ проводят образующие 2_12_2 и 8_18_2, на которых лежат эти точки, и с помощью луча, параллельного оси y', находят изометрическую проекцию этих обра-

зующих. Проведя из вторичных проекций точек $2_2 8_2$ луч, параллельный оси y', находят в пересечении с найденными образующими изометрию точек $2'$ и $8'$. Аналогично определены и остальные точки эллипса сечения.

На рис. 91, *б* задача решена непосредственным проведением в изометрии секущих вспомогательных плоскостей α', β', γ', σ', δ'.

Используя комплексный чертеж, необходимо построить изометрическое изображение большой оси эллипса (отрезок $1'$—$5'$).

Проводят вспомогательную секущую плоскость, например φ', параллельную плоскости γ'. След этой плоскости пересекает основание цилиндра в точках $2_1'$ и $4_1'$, а боковую поверхность цилиндра — по

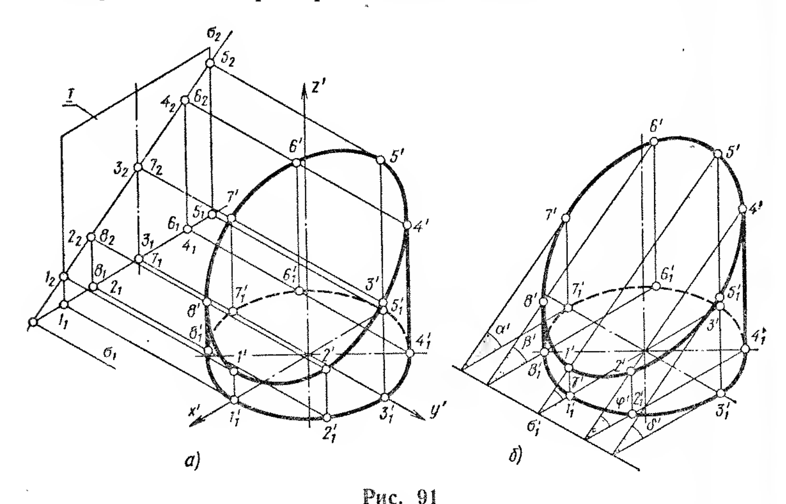


Рис. 91

двум образующим, выходящим из точек $2_1'$ и $4_1'$. Секущая плоскость пересекается с вспомогательной плоскостью σ по линии $2'4'$, параллельной большой оси эллипса, т. е. $2'4' \parallel 1'5'$. На пересечении этой линии с полученными образующими получают точки $2'$ и $4'$, принадлежащие фигуре сечения. Аналогично найдены и другие точки.

Пример 3. **Сечение конуса вращения.** В сечении конуса вращения плоскостью могут быть получены различные фигуры:

а) круг, точка или эллипс, если плоскость наклонена к оси конуса под углом α, бо́льшим, чем половина угла при вершине конуса φ (рис. 92, *а*);

б) парабола или прямая, если угол α равен углу φ (рис. 92, *б*);

в) гипербола или треугольник, если угол наклона секущей плоскости α меньше угла при вершине конуса. Треугольник получается в том случае, если секущая плоскость проходит через вершину S конуса (рис. 92, *в*).

Рассмотрим пересечение конуса фронтально-проецирующей плоскостью (рис. 93). Так как секущая плоскость захватывает часть основания конуса, то в пересечении получается неполный эллипс.

Выполнение начинают с вычерчивания в тонких линиях главного вида и видов сверху и слева (рис. 93, *а*). Фигура сечения — эллипс,

на плоскости проекций Π_2 совпадает со следом, проекцией секущей плоскости, отрезок $1_2 2_2$ — натуральная величина большой оси эллипса сечения, причем участок эллипса $2_2 7_2$ является мнимым. Находим горизонтальную $1_1 2_1$ и профильную проекцию большой оси эллипса. Малая ось эллипса сечения проецируется на фронтальную плоскость проекций в точку $3_2 4_2$, которая делит пополам отрезок $1_2 2_2$. С помощью вспомогательной горизонтальной плоскости α определяют горизонтальные проекции точек 3_1 и 4_1.

Точки 7 и 8 лежат на пересечении следа, проекции секущей плоскости, с основанием конуса и поэтому могут быть непосредственно перенесены на плоскость Π_1. Случайные точки 5 и 6 найдены с помощью

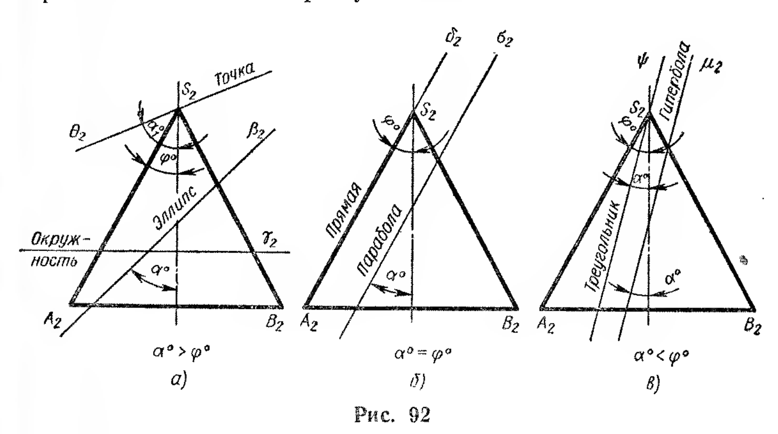


Рис. 92

вспомогательной горизонтальной плоскости α. Профильная проекция эллипса сечения построена с использованием координат y найденных точек.

Натуральная величина фигуры сечения найдена построением эллипса (рис. 93, *б*) по большой 1_4—2_4 и малой 3_4—4_4 осям способом, известным из геометрического черчения; участок эллипса 7_4—2_4—8_4 — мнимый.

Для построения развертки (рис. 93, *в*) делят поверхность конуса на восемь равных частей, проводят образующие и отмечают точки пересечения этих образующих с секущей плоскостью. Для получения натуральной величины соответствующих отрезков каждой образующей перемещают найденные точки на крайнюю образующую (получают точки $\overline{9}_2$, $\overline{10}_2$, $\overline{5}_2$, $\overline{6}_2$. . .).

Поверхность конуса развертывается в круговой сектор, радиус которого равен натуральной длине образующей конуса, а угол при вершине определяется по формуле

$$\alpha = \frac{R}{l} 360^\circ,$$

где l — длина образующей;

R — радиус окружности основания.

Поверхность развертки делят также на восемь равных частей и откладывают на каждой образующей отрезки от вершины конуса до

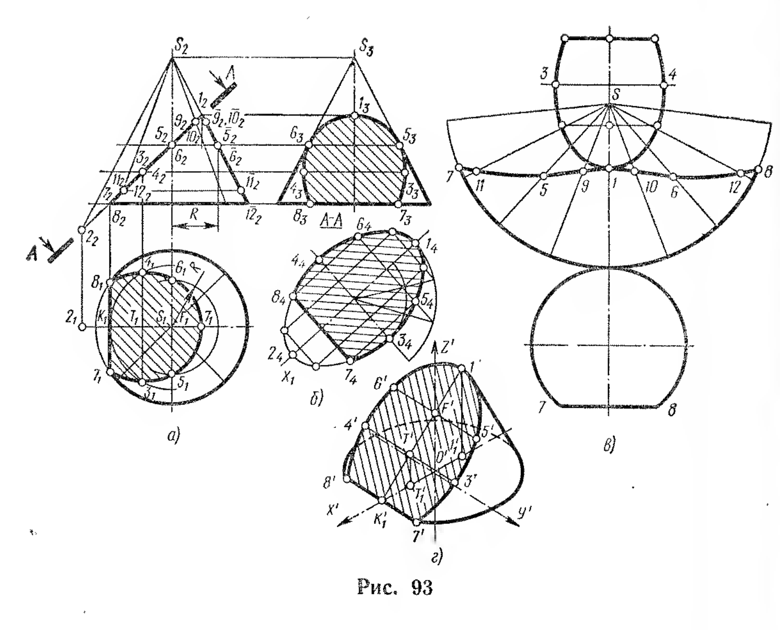


Рис. 93

Рис. 94

точек фигуры сечения, например: $S1 = S_2\bar{1}_2$; $S9 = S_2\bar{9}_2$; $S5 = S_2\bar{5}_2$ и т. д.

Соединив точки 7, 11, 5, 9. . . плавной кривой, получают на развертке линию сечения. Пристраивают истинную величину фигуры сечения и основание конуса.

Построение аксонометрии (рис. 93, *г*) производится так же, как и для цилиндра (см. рис. 90, *г*).

На рис. 94, *а* дан пример сечения конуса несколькими плоскостями: плоскость α пересекает конус по параболе, плоскость β — по гиперболе, а плоскость γ — по дугам окружностей.

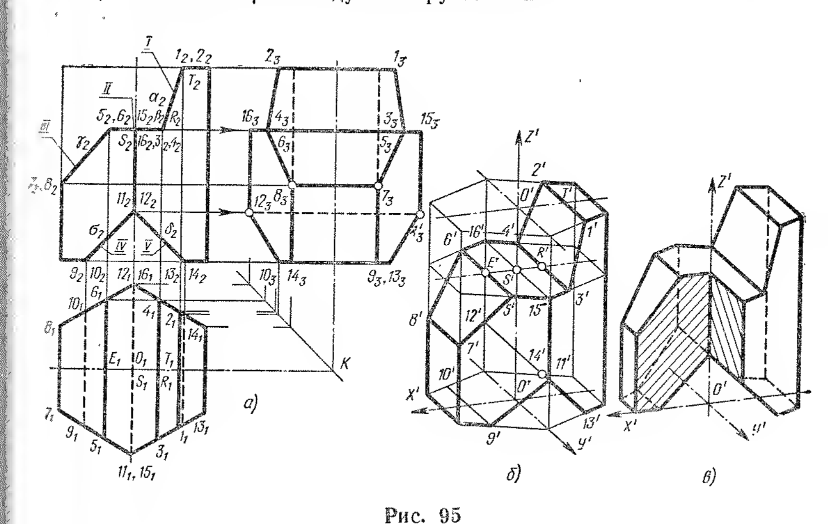


Рис. 95

Построение параболы выполнено по вершине и одной из ее точек способом, рассмотренным ранее в разделе геометрического черчения.

На рис. 94, *б* усеченный конус изображен в изометрии.

Пример 4. Дана шестиугольная правильная прямая призма, в верхней части которой выполнен ступенчатый вырез, а в нижней — призматическая прорезь (рис. 95, *а*).

Построить образованную линию пересечения на трех видах и аксонометрическое изображение усеченной призмы.

Из предыдущего известно, что в сечении многогранника плоскостью образуется многоугольник, который может быть построен либо определением точек встречи ребер многогранника с секущей плоскостью, либо определением линий пересечения граней многогранника с этой плоскостью.

В нашем примере призма пересекается пятью плоскостями: фронтально-проецирующими плоскостями α, γ, σ, δ и горизонтальной плоскостью уровня β.

Плоскость α пересекает верхнее основание призмы по линии *1* и *2*, а плоскость β пересекает по фронтально-проецирующей прямой в точках *3* и *4*. Таким образом, площадка *I*, образованная плоскостью α, представляет собой равнобедренную трапецию, которая проецируется

на главном виде в виде отрезка $1_2 3_2$, а на видах сверху и слева — в форме равнобедренной трапеции искаженной величины.

Площадка *II*, образованная сечением призмы горизонтальной плоскостью уровня β, встречает переднее и заднее ребра призмы в точках *15* и *16*, а с плоскостями α и γ пересекается по фронтально-проецирующим прямым, пересекающим грани призмы в точках *3*, *4* и *5*, *6*. Следовательно, площадка *II* представляет собой шестиугольник, изображаемый на видах главном и слева в виде прямых линий, а на виде сверху — в натуральную величину.

Площадка *III* образована пересечением призмы фронтально-проецирующей плоскостью γ. Эта площадка также представляет собой равнобедренную трапецию, как и площадка *I*, образованную точками *5*, *6* и *7*, *8* — пересечения плоскости γ с левыми боковыми ребрами призмы. Площадка *III* проецируется на видах сверху и слева в трапецию искаженной величины.

Плоскости σ и δ нижнего призматического выреза призмы пересекаются между собой по прямой, которая встречает переднее и заднее ребра призмы в точках *11* и *12*.

Нижнее основание призмы эти плоскости пересекают по проецирующим прямым *9*, *10* и *13*, *14*. Площадки *IV* и *V* представляют равные между собой равнобедренные трапеции, проецирующиеся на главном виде отрезками прямых 9_2, 11_2 и 11_2, 13_2, а на видах сверху и слева — в трапеции искаженной величины.

Для построения вида слева усеченной призмы использована постоянная прямая чертежа (прямая *K*).

На рис. 95, *б* призма изображена в прямоугольной диметрии. Вначале строят в тонких линиях изображение неусеченной призмы, а затем, используя координаты x, y, z соответствующих точек, строят изображение усеченной фигуры. Например, для построения линии $1'$, $2'$, лежащей на верхнем основании призмы, проводят на этом основании оси x' и y' и откладывают по оси x' отрезок $O'T' = O_1T_1$. Через точку T' проводят ребро $1'2'$ параллельно оси y' до пересечения со сторонами верхнего основания призмы в точках $1'$ и $2'$.

Для построения ребра $3'$, $4'$ от точки O' откладывают по оси z' отрезок $O'S'$, равный расстоянию от верхнего основания призмы до уровня площадки *II* (т. е. $O'S' = O_2S_2$). Через точку S' проводят аксонометрические оси x' и y' и откладывают в обе стороны от точки S' по оси x' отрезки $S'R' = S_1R_1$; $S'E' = S_1E_1$.

Через точки R' и E' проводят прямые, параллельные оси y', до пересечения с контуром сечения призмы на уровне этой площадки. Получаем поверхность $6'$, $16'$, $4'$, $3'$, $15'$, $5'$ — аксонометрическое изображение площадки *II*.

На рис. 95, *в* дано аксонометрическое изображение призмы с вырезом ее части.

Пример 5. На рис 96, *а* изображен прямой круговой цилиндр, в верхней части которого выполнен ступенчатый вырез, а в нижней — призматический сквозной вырез. Построить три проекции усеченного цилиндра и его аксонометрическое изображение.

Верхний ступенчатый вырез образован плоскостями: фронтально-проецирующей β и профильной α. Плоскость α пересекает верхнее основание цилиндра по линии *1—2*, которая проецируется в натуральную величину на видах сверху и слева. Взаимным пересечением плоскостей α и β получают фронтально-проецирующую прямую, которая пересекает боковую цилиндрическую поверхность в точках *6* и *7*. Следовательно, площадка *I*, образованная сечением цилиндра плоскостью α,

представляет прямоугольник *1—2—7—6*, проецирующийся в натуральную величину на виде слева.

Плоскость β, наклоненная к оси цилиндра, пересекает его поверхность по эллипсу, большой осью которого является отрезок $5_2—16_2$, а величина малой оси равна диаметру цилиндра. В нашем случае эллипс будет неполным, так как справа ограничен линией *7—6*. На виде сверху проекция эллипса совпадает с контуром цилиндрической поверхности, а на виде слева эллипс проецируется с искаженной величиной оси *5—16*.

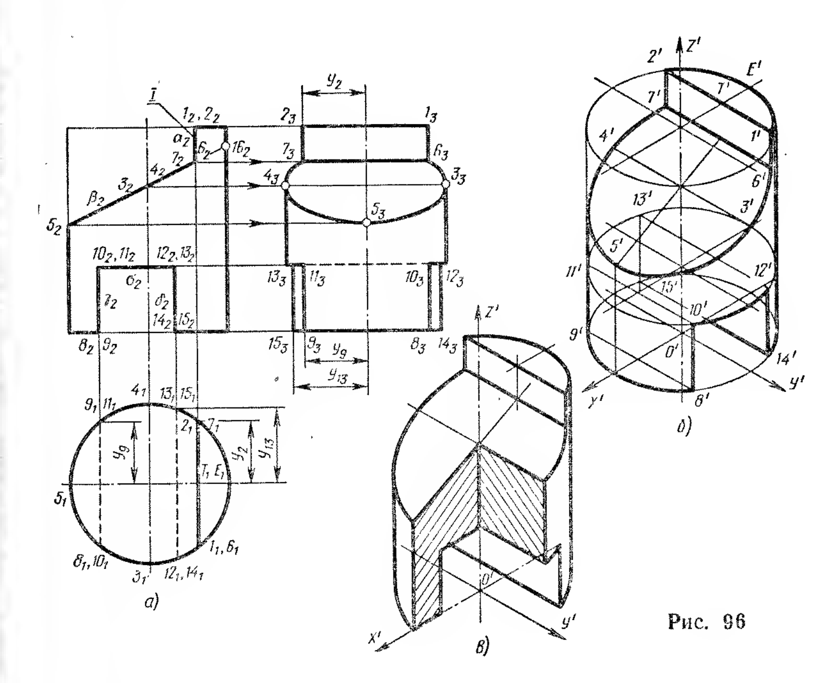


Рис. 96

Нижний призматический вырез образован двумя профильными плоскостями γ и δ и горизонтальной плоскостью уровня σ. Плоскость γ пересекает поверхность цилиндра по четырехугольнику *8—9—11—10*, а плоскость δ — по четырехугольнику *12—13—15—14*. Линии *8—9* и *14—15* образованы пересечением указанных плоскостей с нижним основанием цилиндра, а линии *10—11* и *12—13* — взаимным пересечением плоскостей γ и δ с плоскостью σ.

Плоскость σ дает в пересечении с цилиндром часть круга, ограниченную хордами *10—11* и *12—13*. Построение вида слева произведено с использованием координат y соответствующих точек фигуры сечения. На рис. 96, *а* указаны координаты y для точек *2*, *9*, *13*.

На рис. 96, *б* цилиндр изображен в прямоугольной изометрии. Вначале в тонких линиях строят изображение неусеченного цилиндра, а затем, используя координаты x, y, z соответствующих точек, строят изображение усеченной фигуры. Например, для построения линии $1'$, $2'$,

лежащей на верхнем основании цилиндра, откладывают на оси x', проходящей через центр верхнего основания, отрезок $T'E' = T_1E_1$ и через полученную точку T' проводят прямую параллельно оси y' до пересечения с контуром верхнего основания в точках $1'$ и $2'$. Из этих точек проводят проекции образующих цилиндра параллельно оси z' и откладывают отрезки $1'6' = 1_2 6_2$; $2'7' = 2_2 7_2$. Поверхность $1'6'$, $7'$, $2'$ — аксонометрическое изображение площадки *I*.

Построение эллипса, получаемого сечением цилиндра плоскостью β, было приведено в примере 2 (с. 83).

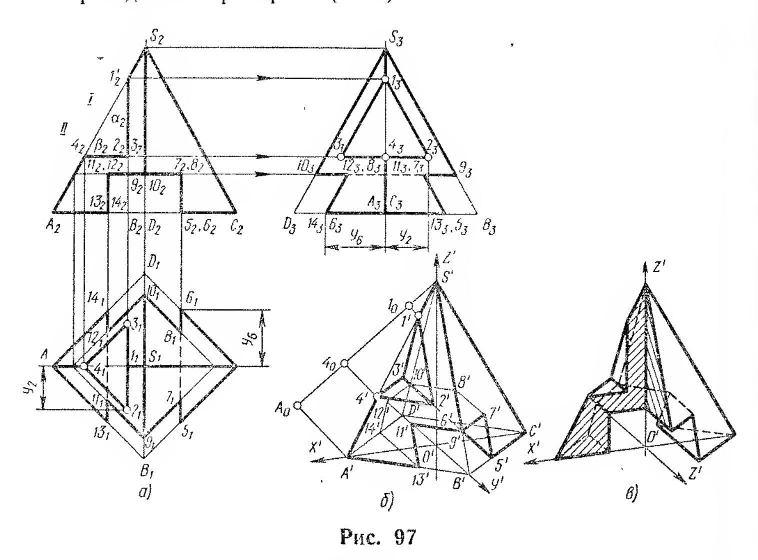


Рис. 97

Аналогично строят аксонометрическое изображение нижнего выреза цилиндра.

На рис. 96, *в* дано изображение цилиндра в изометрии с вырезом его части.

Пример 6. На рис. 97 изображена пирамида, усеченная несколькими проецирующими плоскостями. Порядок построения фигуры на комплексном чертеже и в аксонометрии необходимо рассмотреть самостоятельно.

ДВОЙНОЕ ПРОНИЦАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В указанных ниже примерах задано полое геометрическое тело со сквозным боковым призматическим отверстием. Требуется построить три проекции заданного тела и определить линию пересечения отверстия с наружной и внутренней поверхностями полого тела.

Решение обычно следует начинать с анализа получающихся линий пересечения. Само решение производят в три этапа: а) построение линии пересечения поверхности отверстия с наружной поверхностью геометрического тела; б) определение линии пересечения поверхности отверстия с внутренней поверхностью полого геометрического тела; в) оформление необходимых разрезов.

Пример 1. В усеченном конусе вращения с внутренней цилиндрической полостью выполнено боковое треугольное призматическое отверстие (рис. 98, *а*). Требуется на трех видах построить линию пересечения призматического отверстия с наружной и внутренней поверхностью полого тела и выполнить необходимые разрезы (рис. 98, 99).

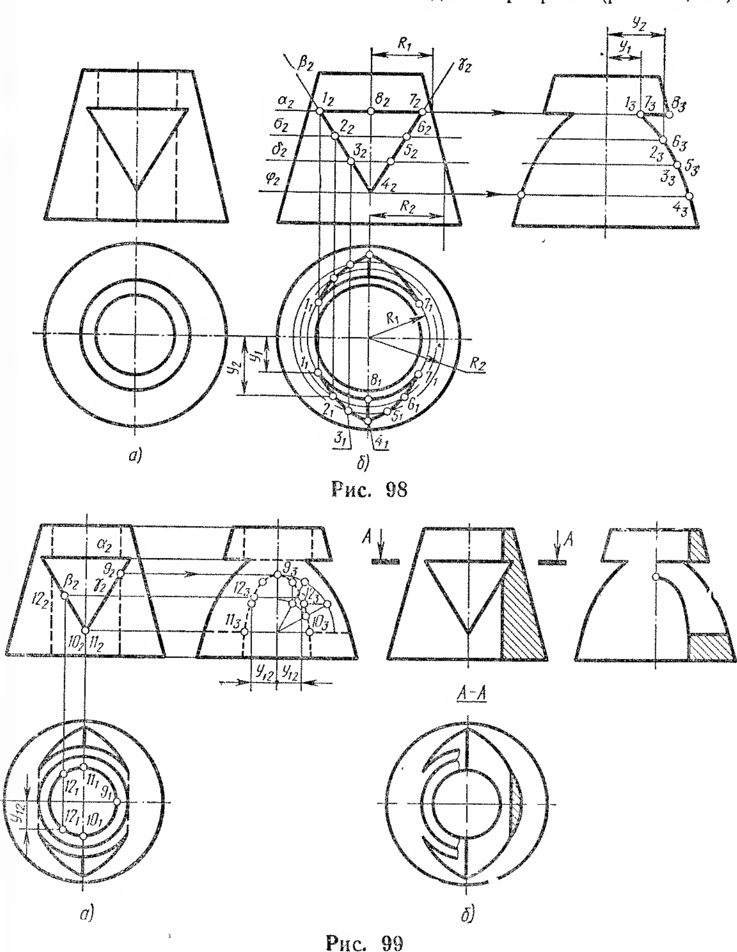


Рис. 98

Рис. 99

Рассмотрим решение задачи по этапам.

П е р в ы й э т а п (рис. 98, *б*). Рассматривается пересечение внешней конической поверхности с призматическим отверстием. Верхняя горизонтальная грань призмы — плоскость α пересекает конус по дугам окружности радиуса R_1. Эти дуги ограничены точками *1* и *7* и проецируются на виде сверху в натуральную величину. Боковые грани призмы — фронтально-проецирующие плоскости β и γ пересекают конус

по дугам эллипсов, которые проецируются на виде спереди отрезками 1_2—4_2 и 7_2—4_2. Намечают некоторое количество точек 1_2, 2_2, 3_2, 4_2 на эллипсах сечения и с помощью вспомогательных горизонтальных секущих плоскостей определяют горизонтальные проекции этих точек. Например, точки 3 и 5 найдены проведением вспомогательной плоскости δ, пересекающей конус по окружности радиуса R_1. На виде слева проекции линии пересечения построены с использованием координат y соответствующих точек.

Второй этап (рис. 99, *а*). Рассматривается пересечение треугольной призмы с внутренней цилиндрической поверхностью. Горизонтальная плоскость α пересекает цилиндр по полной окружности,

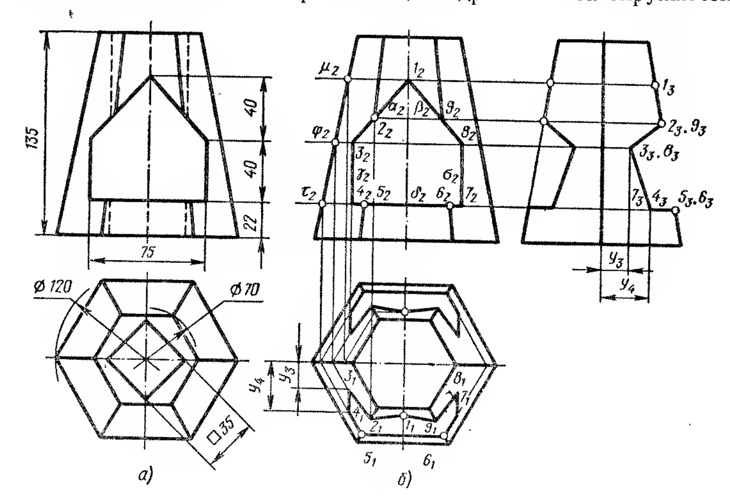


Рис. 100

равной окружности диаметра цилиндра. Фронтально-проецирующие плоскости β и γ пересекают цилиндр по эллипсам (каждая из плоскостей дает половину эллипса). Величина большой полуоси эллипса равна отрезку 10_2—9_2, а малая ось по величине равна диаметру цилиндра. Определяют проекцию точки 9 на виде слева, и по большой и малой осям способом, известным из геометрического черчения, строят проекцию эллипса.

На рис. 99, *а* показано, что точки, принадлежащие эллипсу, могут быть определены координатным путем по их положению на горизонтальной проекции цилиндра. На рис. 99, *а* изображено определение горизонтальной и профильной проекций случайной точки *12*.

Третий этап (рис. 99, *б*). На рисунке выполнены необходимые разрезы. На месте главного вида выполнено сочетание вида с полным фронтальным разрезом, а на виде слева — сочетание вида с полным простым профильным разрезом. Вид и разрез разделяет ось симметрии. Фронтальный и профильный разрезы не обозначены, так как секущие плоскости совпадают с осями симметрии фигуры. Горизонтальный разрез совмещен с видом сверху и обозначен *А—А*.

Пример 2. В усеченной шестиугольной пирамиде с внутренней квадратной призматической полостью выполнено боковое пятиугольное призматическое отверстие. Требуется на трех видах построить линию пересечения отверстия с наружной и внутренней поверхностью полого тела и выполнить полезные разрезы (рис. 100, *а*, 101).

Первый этап (рис. 100, *б*). Рассматривают пересечение внешней пирамидальной поверхности с призматическим отверстием. Взаимным пересечением граней α, β, γ, σ, δ призматического бокового отверстия получают фронтально-проецирующие прямые, пересекающие наружную поверхность усеченной пирамиды в точках *1*, *3*, *4*, *7*, *8*. . .

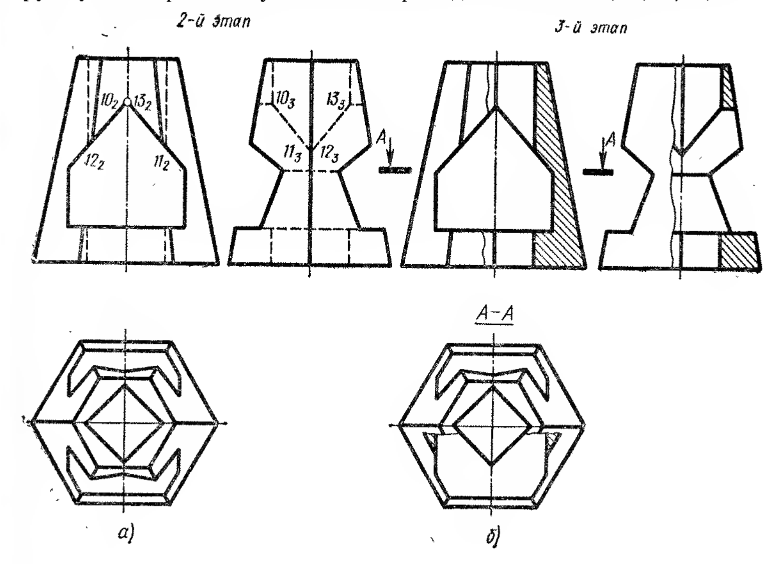


Рис. 101

Фронтальные проекции этих точек известны (1_2, 3_2, 4_2. . .). Для определения горизонтальных проекций точек проводят вспомогательные горизонтальные плоскости уровня μ, φ, τ, пересекающие поверхность пирамиды по шестиугольникам, подобным шестиугольнику основания. Проводя линии связи из точек 1_2, 3_2, 4_2. . . до пересечения с горизонтальными проекциями соответствующих контуров сечения, получают точки 1_1, 3_1, 4_1. . . Профильные проекции этих точек найдены с использованием координат y (на рис. 100, *б* показано определение профильных проекций 3_3 и 4_3).

Фронтальные проекции боковых ребер призмы пересекают следы плоскостей призматического отверстия в точках 2_2, 5_2, 6_2, 9_2. По линиям связи определяют горизонтальные и профильные проекции этих точек. Порядок соединения точек на видах сверху и слева сохраняется тот же, что и на виде спереди.

Второй этап (рис. 101, *а*). Рассматривают пересечение пятиугольной боковой призмы с внутренней призматической поверхностью. Горизонтальная плоскость δ пересекает внутреннюю полость по квадрату тех же размеров, какие имеют основания этой полости. Грани α и β

пересекают боковые ребра внутренней призмы в точках *10, 11, 12, 13*. Зная фронтальные проекции этих точек (10_2, 11_2), по линиям связи определяют их горизонтальные и профильные проекции. Порядок соединения точек ясен из чертежа. Профильные плоскости γ и σ внутреннюю призматическую полость не пересекают.

Третий этап (рис. 101, *б*). На рисунке выполнены полезные разрезы. На месте главного вида выполнено сочетание вида с полным фронтальным разрезом, а на виде слева — сочетание вида с простым полным профильным разрезом. Положение горизонтальной секущей плоскости обозначено $A—A$. Горизонтальный разрез совмещен с видом сверху и обозначен $A—A$. Фронтальный и профильный разрезы не обозначают, так как секущие плоскости совпадают с осями симметрии фигуры.

Вид и разрез на всех трех изображениях разделяет сплошная волнистая линия, так как с осью симметрии во всех случаях совпадают ребра пирамиды или призмы.

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ СРЕЗА

В практике часто встречается задача на построение проекций линий среза на технических формах, представляющих собой комбинацию тел вращения. Плоскости среза могут быть получены либо с помощью режущих инструментов при обработке на станке (строганием, фрезерованием и др.), либо штамповкой.

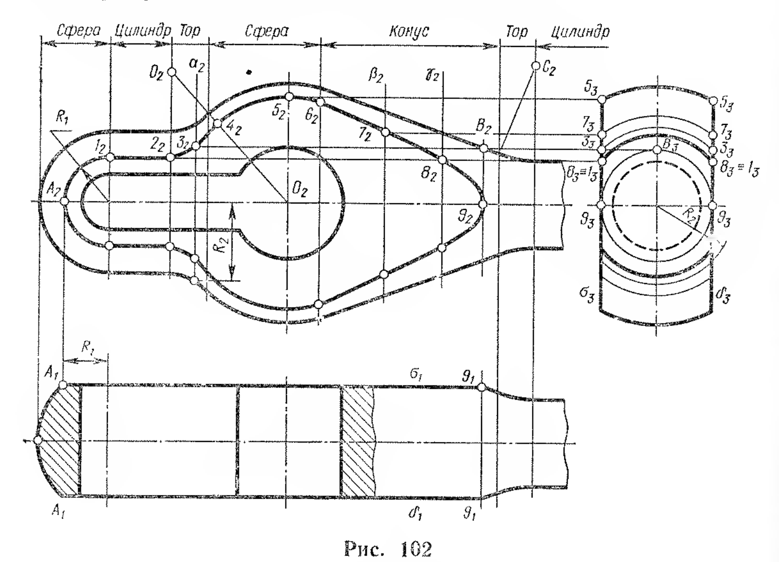


Рис. 102

На рис. 102 изображено тело вращения, срезанное с обеих сторон плоскостями, параллельными фронтальной плоскости проекций. Последовательность решения подобных задач следующая:

а) определяют характер поверхностей, из которых состоит тело вращения, и устанавливают граничные линии, по которым касаются эти поверхности;

б) уясняют форму линий среза для каждой поверхности;

в) определяют опорные точки линии среза;

г) строят необходимое количество промежуточных точек и оформляют полученную линию среза.

В рассматриваемом примере штанга состоит из полусферы, цилиндра, части кругового кольца (тора), сферы, конической поверхности, части кругового кольца и цилиндра. Все эти поверхности указаны в последовательности их расположения на детали. Сплошными тонкими линиями указаны границы для каждой поверхности. На видах сверху и слева линия среза проецируется прямыми, совпадающими со следами плоскостей σ и δ. На главном виде линию среза необходимо построить.

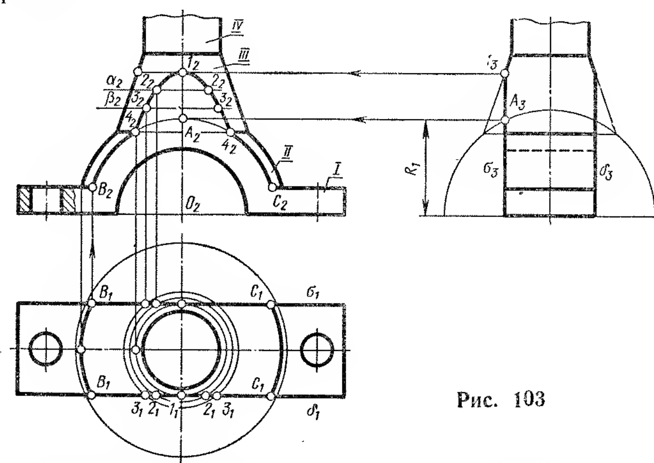


Рис. 103

Левая сферическая часть детали пересекается плоскостями σ и δ по окружностям радиуса R_1. Точка A_2 может быть найдена проведением линии связи из точки A_1. Отрезок *1—2* представляет собой образующую цилиндра, параллельную оси проекций, по которой плоскость среза пересекает цилиндр. На участке между точками *2* и *4* плоскости σ и δ пересекают круговое кольцо. Для получения промежуточной точки *3* проводят вспомогательную профильную плоскость α, которая рассекает кольцо по окружности радиуса R_2. Эта окружность проецируется на Π_3 в натуральную величину. На пересечении окружности со следом σ_3 получают на профильной плоскости точку 3_3. Проведя горизонтальную линию связи, находят фронтальную проекцию 3_2 этой точки. Проведя ряд вспомогательных плоскостей, можно определить любое число точек на участке кругового кольца. Точки *2, 3* и *4* соединяют плавной кривой.

Сфера пересекается по окружности радиуса $O_2 5_2$. Точка 5_2 найдена проецированием точки *5* из профильной проекции. На участке конуса плоскости σ и δ пересекают поверхность по гиперболам, так как они параллельны оси конуса. Промежуточные точки гиперболы *7* и *8* определяют с помощью вспомогательных секущих плоскостей β и γ, перпендикулярных к оси штанги. Каждая из этих плоскостей пересекает поверхность конуса по окружностям, которые проецируются на профильную плоскость без искажения. Пересечение этих окруж-

4 Заказ 1011

ностей со следами плоскостей среза дает точки 7_3 и 8_3. Фронтальные проекции этих точек получают при помощи линий связи.

Для определения крайней правой точки 9 проводят на виде слева окружность, касательную к следам плоскостей σ_3 и δ_3, и из точки B_3 пересечения этой окружности с осью симметрии фигуры проводят линию связи до фронтальной проекции очерка детали. Через полученную точку B_2 пройдет фронтальный след вспомогательной плоскости, на которой находится проекция 9_2 правой граничной точки линии среза. Точка 9_2 может быть получена проведением линии связи из точки 9_1.

На рис. 103 штанга пересечена фронтальными плоскостями σ и δ. Штанга состоит из четырех поверхностей: призматической I, шаровой II, конической III и цилиндрической IV. Фронтальная проекция линии среза штанги получена в результате пересечения шаровой и конической поверхностей фронтальными секущими плоскостями σ и δ, проходящими через боковые грани призматической поверхности. Линия сечения состоит из дуг окружностей радиуса R_1, обозначенных на фронтальной проекции $B_2 4_2$ и $C_2 4_2$ и гиперболы, обозначенной $4_2 3_2 2_2 1_2$. Построение точек, принадлежащих линии среза, производят аналогично построению, приведенному на рис. 102.

ПОСТРОЕНИЕ ОЧЕРКОВ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Для построения очерка поверхности (контура ее видимости) проводят цилиндрическую поверхность, огибающую заданную поверхность, причем направление цилиндрической поверхности должно быть перпендикулярно к той плоскости проекций, на которую проецируется заданная поверхность.

След этой цилиндрической поверхности и является очерком заданной поверхности.

На рис. 104 построен очерк конуса вращения, ось которого параллельна плоскости проекций Π_2. Для этого проводят две касательные к конусу лучевые плоскости, перпендикулярные к плоскости Π_1; они пересекаются по прямой SF, также перпендикулярной к плоскости Π_1.

Образующие $S1$ и $S2$, по которым лучевые плоскости касаются конуса, строят при помощи вспомогательного шара, вписываемого в конус. Центр этого шара — точка O лежит на пересечении оси конуса с перпендикуляром, восставленным к образующей конуса из точки B ($O_2B_2 \perp B_2S_2$). Очерк этого шара на плоскости Π_1 выражается проекцией экватора — линией CD. Вертикальная проекция экватора C_2D_2 в пересечении с вертикальной проекцией окружности основания конуса дает точки 1_2 и 2_2, а следовательно, и фронтальные проекции контурных образующих $S_2 1_2$ и $S_2 2_2$. Найдя горизонтальные проекции этих точек (1_1 и 2_1) и соединяя их с проекцией S_1 вершины конуса, определяют искомый очерк конуса на плоскости Π_1.

На рис. 105 показано построение очерка поверхности вращения, ось которого параллельна плоскости Π_2. Поверхность состоит из цилиндра вращения и части тора — кругового кольца, образованного вращением дуги окружности радиуса R с центром в точке M около оси, лежащей в плоскости окружности и совпадающей с осью цилиндра.

Очерком поверхности на плоскости Π_2 будет натуральная величина главного меридионального сечения поверхности. Для построения очерка поверхности на плоскости Π_1 необходимо найти кривую, по которой заданная поверхность обертывается цилиндрической лучевой поверхностью, и спроецировать эту кривую на плоскость Π_1.

Обертывающая цилиндрическая лучевая поверхность касается заданной поверхности по некоторой кривой. Для построения промежуточных точек искомой кривой в данную поверхность вписывают вспомогательные шаровые поверхности с центрами на оси вращения. Определяют окружности, по которым шаровая поверхность касается данной поверхности, и окружности, по которым шаровые поверхности обертываются лучевыми цилиндрами, перпендикулярными к плоскости Π_1. Точки взаимного их пересечения принадлежат искомой кривой. Например, из произвольного центра O_2 на оси i_2 проведен

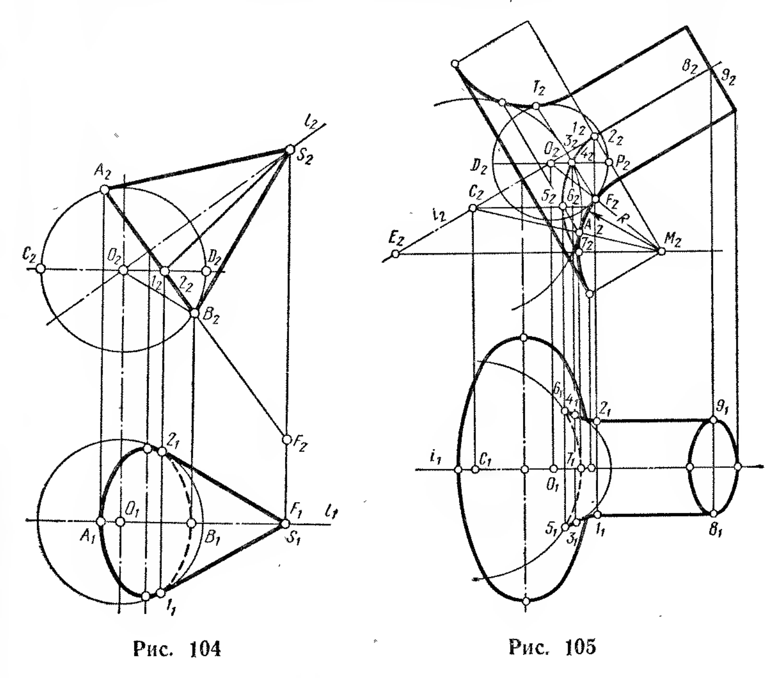


Рис. 104

Рис. 105

вспомогательный шар, касательный к очерку поверхности на плоскости Π_2. Этот шар касается поверхности по окружности диаметра T_2F_2 и пересекает лучевой вертикальный цилиндр по окружности P_2D_2. При взаимном их пересечении получают вертикальные проекции 3_2 и 4_2 точек искомой кривой.

Аналогично, выбирая произвольный центр C_2, находят точки 5_2 и 6_2 искомой кривой.

Горизонтальные проекции этих точек находят на горизонтальной проекции касательных шаров.

Низшая точка кривой 7_2 определяется касательным шаром с центром E_2, для которого линия центров E_2M_2 параллельна оси Ox. Точками возврата являются точки 5_2 и 6_2. Вертикальные проекции этих точек определяются проведением вертикальной касательной к кривой на плоскости Π_2.

ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Рассмотрим некоторые вопросы общей теории пересечения поверхностей.

1. Наиболее общий способ построения линии пересечения двух поверхностей называется способом вспомогательных секущих поверхностей или способом посредников. Сущность способа заключается в следующем. Две данные поверхности Ф и Θ (рис. 106, *а*) пересекаются вспомогательными поверхностями или, в частном случае, вспомогательными плоскостями — посредниками. Каждый из посредников пере-

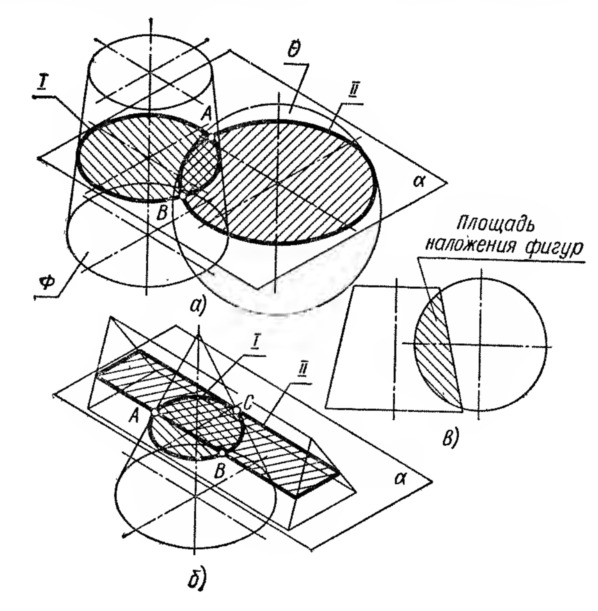


Рис. 106

секает данные поверхности по линиям *I* и *II*, лежащим на одной и той же поверхности или в одной и той же плоскости. При взаимном пересечении этих линий получаются общие точки *A* и *B*, принадлежащие линии пересечения поверхностей.

Повторяя указанный прием с различными вспомогательными поверхностями, находят такое количество точек, которое вполне определяет линию пересечения. Полученные точки соединяют плавной кривой по лекалу.

Линию пересечения поверхностей называют также и линией перехода данных поверхностей.

2. В зависимости от характера пересекающихся поверхностей в качестве посредников могут быть взяты:

а) плоскости общего положения;

б) плоскости частного положения;

в) сферические поверхности;

г) цилиндрические поверхности;

д) конические поверхности.

Чаще применяют вспомогательные плоскости частного положения и вспомогательные сферы, при этом следует стремиться к тому, чтобы фигуры сечения поверхностей посредниками по возможности были наиболее простыми — окружностями, прямоугольниками, прямыми линиями (рис. 106, *б*).

3. Проекции линии пересечения двух поверхностей всегда располагаются в пределах так называемой площади наложения, т. е. общей площади проекций двух пересекающихся поверхностей. На рис. 106, *в* площадь наложения заштрихована.

Действительно, точка, принадлежащая какой-либо геометрической фигуре, не может находиться на чертеже за пределами ее очерка. Следовательно, точки линии пересечения, как принадлежащие одновременно обеим фигурам, должны находиться в пределах общей площади обоих очерков, т. е. в пределах площади их наложения.

4. У линии пересечения двух поверхностей различают опорные (или характерные) и произвольные (или случайные) точки.

Начинать построение линии пересечения следует с определения опорных точек, так как они позволяют видеть, в каких пределах нужно изменять положение вспомогательных секущих поверхностей для нахождения произвольных точек.

К опорным относятся точки, расположенные на проекциях контурных линий поверхностей, так называемые точки видимости, крайние правые и крайние левые, наивысшие и наинизшие точки и т. д.; остальные точки линии пересечения называются промежуточными или случайными.

5. В пересечении двух многогранников получается пространственная ломаная линия, состоящая из отдельных отрезков прямых линий, пересекающихся между собой на ребрах многогранников.

В пересечении двух поверхностей второго порядка получаются в общем случае одна или две пространственные кривые четвертого порядка, которые в частных случаях распадаются на плоские кривые— эллипсы, дуги окружностей, прямые линии и т. д.

В пересечении кривой поверхности с многогранником получается несколько участков плоских кривых второго порядка, сходящихся между собой в точках, лежащих на ребрах многогранников.

6. После того как с помощью посредников определены точки, принадлежащие линии пересечения данных поверхностей, необходимо установить последовательность соединения полученных точек и определить видимость отдельных участков линии пересечения.

При определении последовательности соединения точек пользуются следующими положениями:

а) соединять между собой можно только такие точки, которые лежат на одной и той же грани каждой из двух данных поверхностей;

б) соединять между собой можно только точки, лежащие на соседних образующих.

Однако практическое осуществление этих положений в ряде случаев вызывает значительные трудности, требует большой затраты времени и хорошо развитого пространственного представления.

Поэтому был предложен ряд способов, целью которых является стремление вынести найденные точки линии пересечения за поле контура пересекающихся поверхностей для определения тем или иным способом порядка их соединения. В литературе освещены следующие способы:

а) непосредственного обхода;
б) табличный;
в) механический или способ условных разверток;
г) с построением диаграммы пересечения;
д) цифровых обозначений.

Последний способ был предложен соавтором справочного руководства Хаскиным А. М. в 1947 г.

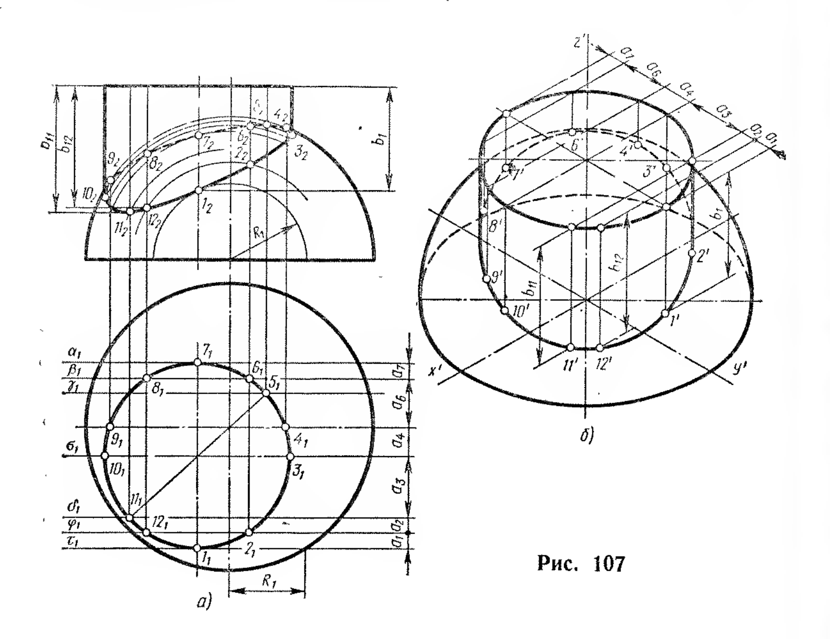


Рис. 107

7. При определении видимости отдельных участков линии пересечения исходят из следующих положений:

а) если отрезок линии пересечения двух многогранников лежит на пересечении видимых граней данной проекции фигур, то он также видим на этой проекции;

б) если обе грани или одна из них невидимы, то и отрезок линии пересечения данных граней невидим;

в) для кривых поверхностей видимыми являются только точки, получающиеся в пересечении двух видимых образующих. Если одна из двух образующих невидима, то и точка пересечения их невидима;

г) точки перехода видимой части линии пересечения в невидимую всегда лежат на очерковых образующих той или другой поверхности;

д) видимость определяется раздельно для каждой из проекций пересекающихся фигур.

Рассмотрим несколько примеров пересечения двух поверхностей.

Пример 1. Построить линию пересечения цилиндра вращения с шаром; ось цилиндра перпендикулярна к плоскости Π_1 и не проходит через центр шара (рис. 107, *а*).

Для построения линии пересечения используют в качестве посредников фронтальные плоскости уровня, которые пересекают шар по окружностям, а цилиндр — по образующим.

Так как цилиндр занимает проецирующее положение по отношению к плоскости проекций Π_1, то горизонтальная проекция линии пересечения совпадает с очерком горизонтальной проекции цилиндра. Отмечают на горизонтальной проекции опорные точки линии перехода: *1* и *7* — наиболее близкая и наиболее удаленная от наблюдателя точки; *3* и *10* — крайняя левая и крайняя правая, они же — точки, отделяющие видимую часть кривой от невидимой (относительно плоскости Π_2); *4* и *9* — точки, лежащие на главном, фронтальном меридиане шара; *5* и *11* — высшая и низшая точки кривой. Эти точки лежат в плоскости, проходящей через центр шара и ось цилиндра. Точки *6*, *8*, *2* и *12* — случайные или промежуточные.

Все эти точки определены на фронтальной плоскости проекций с помощью вспомогательных плоскостей α, β, γ, σ, δ, φ, τ. Так, например, фронтальная плоскость τ пересекает поверхность шара по окружности радиуса R_1, а поверхность цилиндра касается по образующей; на их пересечении получается точка *1*.

Порядок соединения полученных точек на фронтальной плоскости тот же, что и на горизонтальной, и поэтому затруднений решение этого вопроса не вызывает.

На рис. 107, *б* выполнено в изометрии изображение пересекающихся поверхностей. Строят изометрическую проекцию экватора шара и верхнего основания цилиндра. Полусфера изобразится в виде полуокружности диаметром 1,22d, касательной к большой оси изометрической проекции экватора. Используя размеры a_1, a_2, a_3, . . ., a_7, находят на основании цилиндра вторичные проекции точек линии пересечения поверхностей. Из этих точек проводят образующие параллельно аксонометрической оси z', на которых откладывают высоты (аппликаты) точек линии перехода, замеряя их на фронтальной проекции. На рис. 107, *б* показаны только три отрезка — b_1, b_{11}, b_{12}, соответствующие высотам точек *1*, *11*, *12*.

Соединив полученные точки $1'$, $2'$, . . ., $12'$ плавной кривой, получают изометрическую проекцию линии пересечения поверхностей.

Пример 2. Построить пересечение сферы с усеченным конусом (рис. 108).

Построение начинают с определения опорных точек. Для определения точек *1* и *2* пересечения очерковых образующих конуса со сферой проводят вспомогательную фронтальную плоскость β, которая пересекает сферу по окружности радиуса R_2, а конус — по очерковым образующим. При взаимном пересечении получают фронтальные проекции искомых точек — 1_2 и 2_2. Проводя линии связи, находят проекции точек 1_1 и 2_1.

Для построения высшей (*3*) и низшей (*4*) точек линии перехода рассекают заданные поверхности вспомогательной горизонтально-проецирующей плоскостью γ, проходящей через оси конуса и сферы. Полученное сечение проецируют на дополнительную плоскость проекций Π_4, параллельную плоскости γ, используя способ замены плоскостей проекций. Определив на дополнительной плоскости проекции искомых точек 4_4 и 3_4, по линиям связи находят их горизонтальные и фронтальные проекции.

Для получения промежуточных точек *5* и *6*, рассекают обе поверхности плоскостью α, перпендикулярной к оси конуса. Эта плоскость пересекает сферу по окружности радиуса R_1, а конус — по окружности

радиуса R_3. Обе окружности пересекаются в точках *5* и *6*, принадлежащих линии пересечения.

Рассмотрим построение линии пересечения поверхностей при помощи вспомогательных сферических поверхностей.

Сферические поверхности нашли широкое применение в качестве посредников при решении задач на взаимное пересечение поверхностей. Обусловливается это тем, что:

а) проекции шара строятся чрезвычайно просто;

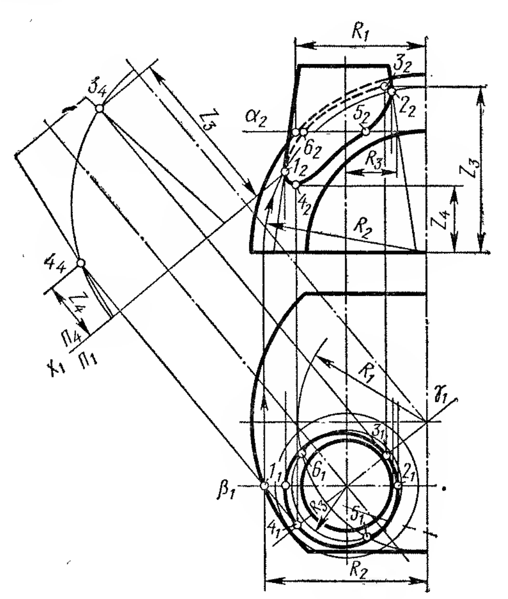


Рис. 108

б) на шаре может быть взято бесконечное множество систем окружностей;

в) любая плоскость, проходящая через центр шара, служит плоскостью его симметрии.

Способ вспомогательных шаров распадается на два: 1) способ концентрических шаров, когда все шары-посредники строятся из одного общего центра; 2) способ эксцентрических шаров, когда шары-посредники строятся из разных центров.

В основе метода сферических посредников лежит следующая теорема. *Две соосные поверхности вращения пересекаются по окружностям, число которых равно числу точек пересечения образующих линий поверхностей, расположенных в одной меридиональной плоскости и по одну сторону от оси вращения.*

В методе сферических посредников в качестве одной из соосных поверхностей берется шар, а в качестве второй — любая поверхность вращения: конус, цилиндр, шар, кольцо, эллипсоид вращения, гиперболоид вращения и др., либо поверхность, имеющая семейство круговых сечений, например, трехосный эллипсоид, эллиптический параболоид и др.

Прежде чем приступать к решению задач методом шаровых посредников, следует проверить наличие условий, определяющих возможность применения этого метода. Условия эти таковы:

а) обе поверхности должны быть поверхностями вращения (или одна из них должна иметь семейство круговых сечений);

б) оси поверхностей должны пересекаться между собой;

в) оси поверхностей должны быть параллельны одной из плоскостей проекций.

Если оси поверхностей пересекаются, но не параллельны ни одной из плоскостей проекций, то при помощи вращения или перемены плоскостей проекций систему приводят в такое положение, при котором плоскость осей станет параллельной какой-либо плоскости проекций. На эту плоскость окружности пересечения проецируются в виде прямых. Построив в новой системе линию пересечения с помощью шаров-посредников, обратным преобразованием переходят к первоначальной системе.

План решения задачи способом концентрических шаров можно сформулировать так:

а) принимая точку пересечения осей заданных поверхностей за центр, строят вспомогательные шары-посредники;

б) определяют окружности пересечения шаров-посредников с каждой из заданных поверхностей в отдельности;

в) находят общие точки пересечения полученных окружностей.

Эти точки и принадлежат искомой линии пересечения поверхностей.

Рис. 109

Пример 1. Построить линию пересечения конуса вращения с цилиндром вращения, ось которого параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 109).

Из точки O_2, как из центра, описывают окружность произвольного радиуса R, которая является фронтальной проекцией шара-посредника. Этот шар соосен как с цилиндром, так и с конусом, а поэтому рассечет их по окружностям, которые на фронтальной плоскости изобразятся отрезками прямых: для цилиндра — S_2P_2 и H_2G_2, а для конуса — M_2N_2 и K_2T_2. На пересечении этих отрезков (окружностей) получают точки *3*, *10*, *11*, *4*, принадлежащие обеим данным поверхностям и, следовательно, искомой линии пересечения (точки *10* и *11* — мнимые).

Изменяя радиус вспомогательного шара, можно получить большое число точек линии пересечения.

Однако перед тем как проводить окружности, изображающие произвольные сферы, следует выяснить размеры наибольшей и наименьшей сфер, необходимых для решения поставленной задачи.

Для этого отмечают точки пересечения очерковых образующих цилиндра и конуса. Фронтальные проекции 1_2, 2_2, 5_2, 6_2 точек пересечения лежат непосредственно на пересечении фронтальных проекций очерковых образующих, так как эти образующие лежат в плоскости, параллельной фронтальной плоскости проекций.

Радиус R_{max} окружности наибольшего шара-посредника равен расстоянию от самой удаленной точки пересечения контурных образующих, в данном случае от точки 2_2 до центра O_2.

Для определения радиуса наименьшего шара-посредника необходимо из центра O_2 провести две нормали к очерковым линиям поверхностей — отрезки O_2A_2 и O_2E_2. Радиус R_{min} наименьшего шара-посредника равен по величине большей из двух данных нормалей, т. е. величине O_2A_2.

Для построения второй проекции удобно пользоваться окружностями, которые получаются на одной из поверхностей, либо окружностями, полученными на шарах-посредниках. Второй прием является более универсальным, так как он может быть применен во всех без исключения случаях. Точки 13_1 и 14_1, лежащие на очерковых образующих, на горизонтальной проекции отделяют видимую часть кривой от невидимой. Точки 10 и 11 находятся вне контура данных поверхностей и позволяют лучше очертить кривую.

Рис. 110

Пример 2. Построить линию пересечения кругового конуса со сферой (рис. 110). Так как сфера имеет бесчисленное множество осей симметрии, то центром для проведения шаров-посредников может быть любая точка, лежащая на оси конуса. Например, проводя сферу из точки S_2, как из центра, получают в пересечении с данными поверхностями отрезки A_2B_2 и C_2D_2, являющиеся проекциями окружностей сечения. Взаимным их пересечением получают точку 3_2. Для получения крайней левой точки 4_2 кривой вспомогательную сферу проводят из центра O_2 — пересечения оси конуса с горизонтальным диаметром шара. Радиус этой сферы равен величине нормали, опущенной из точки O_2 на образующую конуса (отрезок O_2M_2).

Для получения точки 5_2 вспомогательная сфера была проведена из центра, лежащего на продолжении оси конуса.

Пример 3. Построить линию пересечения конуса с тором (рис. 111, *а*). Задача решена, как и во втором примере, способом эксцентрических сфер. Ось конуса лежит в плоскости средней линии кольца, поэтому у обеих поверхностей есть общая плоскость симметрии, совпадающая с плоскостью средней линии кольца.

Вначале отмечают опорные точки 2_2 и 3_2.

Для построения промежуточных точек через ось кольца проводят вспомогательную фронтально-проецирующую плоскость σ, которая рассекает кольцо по окружности диаметра A_2B_2. Из центра M_2 окружности восставляют перпендикуляр к ее плоскости. Этот перпендикуляр будет касательной к средней линии кольца. Точку O_2 пересечения перпендикуляра с осью конуса принимают за центр вспомогательной

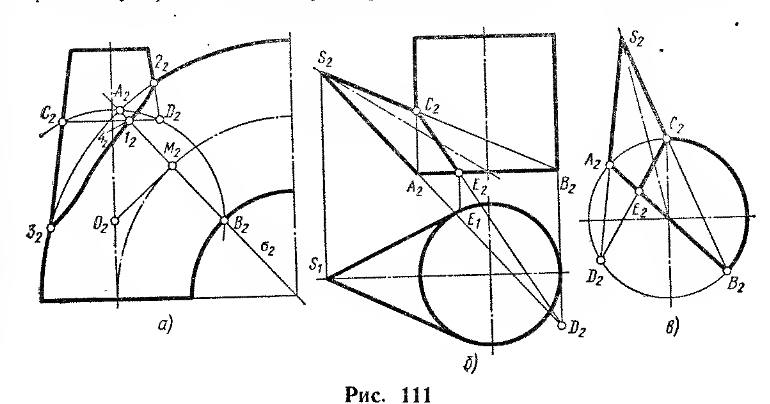


Рис. 111

сферы, на которой будет лежать окружность диаметра A_2B_2. Проведенная вспомогательная сфера пересечет конус и кольцо по окружностям C_2D_2 и A_2B_2. На пересечении этих окружностей получают общие точки 1_2, 4_2.

Аналогичным построением, применяя вспомогательные плоскости, определяют нужное число точек линии пересечения поверхностей. При этом каждый раз проводят вспомогательные сферы из различных центров, лежащих обязательно на оси конуса.

Рассмотрим особые случаи пересечения поверхностей второго порядка.

В отдельных случаях биквадратная кривая пересечения двух поверхностей второго порядка распадается на линии низших порядков. Эти особые случаи отвечают следующим теоремам.

Теорема о парности плоских сечений. *Если две поверхности второго порядка пересекаются по одной плоской кривой, то они пересекаются и еще по одной плоской кривой.*

Для примера на рис. 111, *б* взяты цилиндр вращения и эллиптический конус второго порядка, имеющие общее круговое основание диаметра *AB*. Так как эти поверхности пересекаются по окружности, совпадающей с основаниями конуса и цилиндра, то должна существовать и вторая плоская кривая их пересечения. На фронтальную плоскость искомая кривая проецируется в виде прямой, так как общая плоскость симметрии поверхностей параллельна Π_2.

Опорные точки линии пересечения найдутся как точки пересечения контурных образующих цилиндра и конуса. Для этого необходимо продлить левую крайнюю образующую конуса и правую очерковую образующую цилиндра до взаимного пересечения в точке D_2. Таким образом, вторая часть линии пересечения есть часть эллипса, большая ось которого равна отрезку C_2D_2.

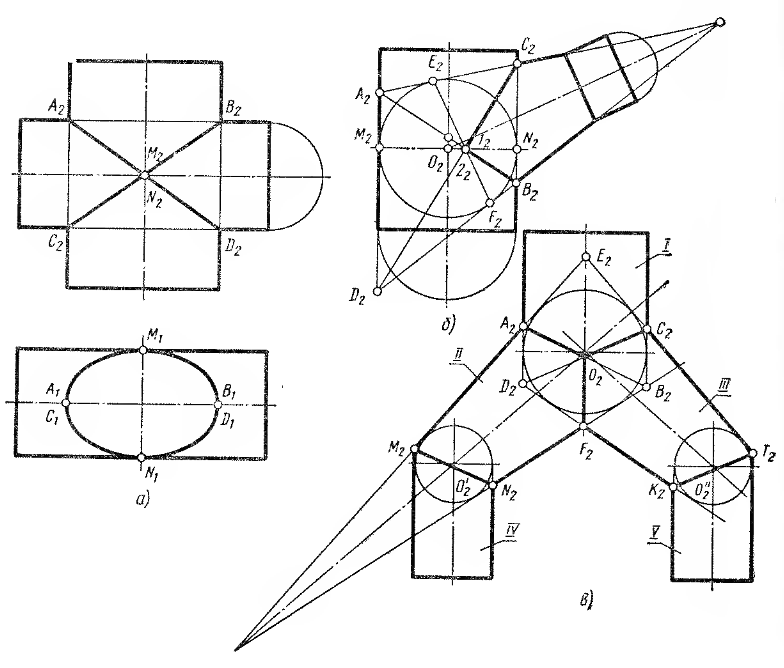


Рис. 112

На рис. 111, *в* изображено пересечение полусферы с конусом второго порядка, основание которого совпадает с большим кругом полусферы. Эти поверхности пересекаются по двум плоским кривым — окружностям, одна из которых совпадает с основанием конуса и полусферы, а опорные точки второй кривой определяются в пересечении контурных образующих конуса с очерком сферы — точки C_2 и D_2.

Теорема о двойном прикосновении. *Если две поверхности второго порядка имеют касание в двух точках, то линия их пересечения распадается на две плоские кривые второго порядка, плоскости которых проходят через прямую, соединяющую точки касания.*

На рис. 112, *а* изображено пересечение кругового и эллиптического цилиндров, имеющих прикосновение в точках M и N. Согласно приведенной теореме, цилиндры пересекаются по двум плоским кривым. Этими кривыми являются два эллипса с большими осями AD и BC, проходящие через прямую MN.

Теорема Монжа. *Если две поверхности второго порядка вписаны или описаны около третьей поверхности второго порядка, то они пересекаются по двум плоским кривым, которые проходят через прямую, соединяющую точки пересечения линий касания.*

На рис. 112, *б* представлены цилиндр и конус, описанные около одного и того же шара. Шар соприкасается с данными поверхностями по окружностям, которые изобразятся прямыми M_2N_2 и E_2F_2.

Точки 1_2 и 2_2 пересечения этих окружностей являются точками двойного касания поверхностей.

В пересечении получаются два эллипса, проецирующиеся в виде прямых A_2B_2 и C_2D_2 и проходящие через прямую, соединяющую точки касания 1_2 и 2_2.

Примером практического применения теоремы Монжа может служить построение линий пересечения воздуховода, выполненного из листового материала (рис. 112, *в*). Цилиндрическая труба *I* и две конические трубы *II* и *III* описаны около сферы с центром в точке O_2, а трубы *IV* и *V* — вокруг сфер с центрами O_2' и O_2''. Поэтому каждая пара труб пересекается по двум плоским кривым второго порядка, в данном примере — по эллипсам.

Проекции эллипсов на фронтальную плоскость представляют собой прямые M_2N_2, K_2T_2, C_2D_2, A_2B_2, F_2E_2, так как оси поверхностей параллельны плоскости проекций Π_2.

ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТОК ПОВЕРХНОСТЕЙ

Разверткой многогранной поверхности называется плоская фигура, образованная последовательным совмещением всех граней поверхности с одной плоскостью.

Поверхность и ее развертка являются точечными множествами, между которыми устанавливается взаимно однозначное соответствие, т. е. каждой точке и каждой линии на поверхности отвечают точка и линия на развертке.

Основные свойства этого соответствия:

а) прямая на поверхности переходит в прямую на развертке;

б) параллельные прямые на поверхности переходят в параллельные прямые на развертке;

в) сохраняется длина линий на поверхности и на развертке;

г) сохраняется равенство углов между линиями на поверхности и на развертке;

д) площадь на развертке равна площади на поверхности.

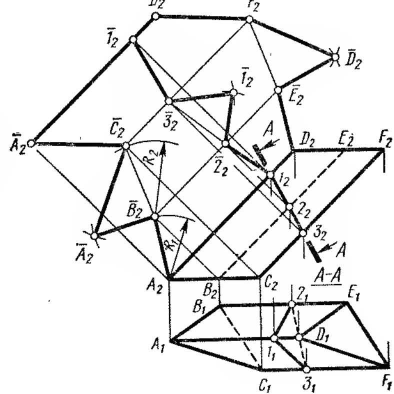


Рис. 113

Общим методом построения разверток развертывающихся и неразвертывающихся кривых поверхностей является предварительная аппроксимация их многогранными поверхностями, т. е. в данную кривую вписывается многогранная поверхность и развертка строится по типу развертки многогранных поверхностей.

Пример 1. Построение развертки наклонной призмы с нанесением на развертку линии сечения (рис. 113).

На рисунке заданы проекции треугольной наклонной призмы, боковые ребра которой параллельны плоскости Π_2. Призма рассечена фронтально-проецирующей плоскостью (линия сечения обозначена A—A).

Разверткой поверхности призмы будет фигура, состоящая из трех параллелограммов и двух треугольников — оснований призмы. Для построения развертки применяется метод раскатки, сущность которого заключается в том, что каждую грань призмы поворачивают вокруг бокового ребра, как вокруг фронтали, до положения, параллельного фронтальной плоскости проекций.

Последовательно поворачивая грани призмы, получают развертку всей боковой поверхности. Развертывание начинают с поворота грани $ABED$ вокруг ребра AD. Точка B перемещается в плоскости, перпендикулярной к оси вращения, т. е. к ребру AD. В пересечении дуги окружности, проведенной из точки A_2 радиусом, равным натуральной величине ребра AB, т. е. равным отрезку $R_1 = A_1B_1$ с перпендикуляром, проведенным из точки B_2, получают точку $\overline{B}_2$, а следовательно, и контур всей грани $A_2\overline{B}_2\overline{E}_2D_2$.

Следующую грань $BCFE$ вращают вокруг ребра $\overline{B}_2\overline{E}_2$. При этом точка C перемещается по перпендикуляру к оси вращения. Точку $\overline{C}_2$ находят на пересечении этого перпендикуляра с дугой окружности, проведенной из точки $\overline{B}_2$ радиусом $R_2 = B_1C_1$ и т. д.

Верхнее и нижнее основания пристраивают к развертке, как треугольники по трем известным сторонам.

Для нанесения на развертку точек 1, 2, 3 линии сечения опускают из точек 1_2, 2_2, 3_2 перпендикуляры до пересечения с проекциями соответствующих ребер призмы на развертке.

Пример 2. Построение развертки наклонного цилиндра второго порядка (рис. 114). Образующие цилиндра параллельны плоскости проекций Π_2. Основание цилиндра делят на 12 равных частей и через полученные точки проводят образующие. Развертку боковой поверхности цилиндра строят так же, как была построена развертка наклонной призмы, т. е. приближенным способом.

Для этого из точек 1_2, 2_2, . . ., 12_2 опускают перпендикуляры к очерковой образующей 1_2A_2 и радиусом, равным хорде 1_12_1, т. е. $^1/_{12}$ части деления окружности основания, последовательно делают засечки на этих перпендикулярах. Например, делая засечку из точки 1_2 на перпендикуляре, проведенном из точки 2_2, получают точку $\overline{2}_2$. Принимая далее точку $\overline{2}_2$ за центр, тем же раствором циркуля делают засечку на перпендикуляре, проведенном из точки 3_2, и получают точку $\overline{3}_2$ и т. д. Полученные точки 1_2, $\overline{2}_2$, $\overline{3}_2$, . . ., $\overline{1}_2$ соединяют плавной лекальной кривой. Развертка верхнего основания симметрична развертке нижнего, так как сохраняется равенство длин всех образующих цилиндра.

Пример 3. Построение развертки поверхности наклонного эллиптического конуса второго порядка (рис. 115) с нанесением на развертку линии сечения конуса фронтально-проецирующей плоскостью, обозначенной A—A.

Основание конуса делят на 12 равных частей и через полученные точки проводят образующие. Определяют точки встречи образующих с плоскостью сечения. Фронтальные проекции A_2, B_2, C_2. . . точек сечения совпадают со следом плоскости, а горизонтальные проекции A_1, B_1, C_1 определяют проведением линий связи до пересечения с соответствующими проекциями образующих.

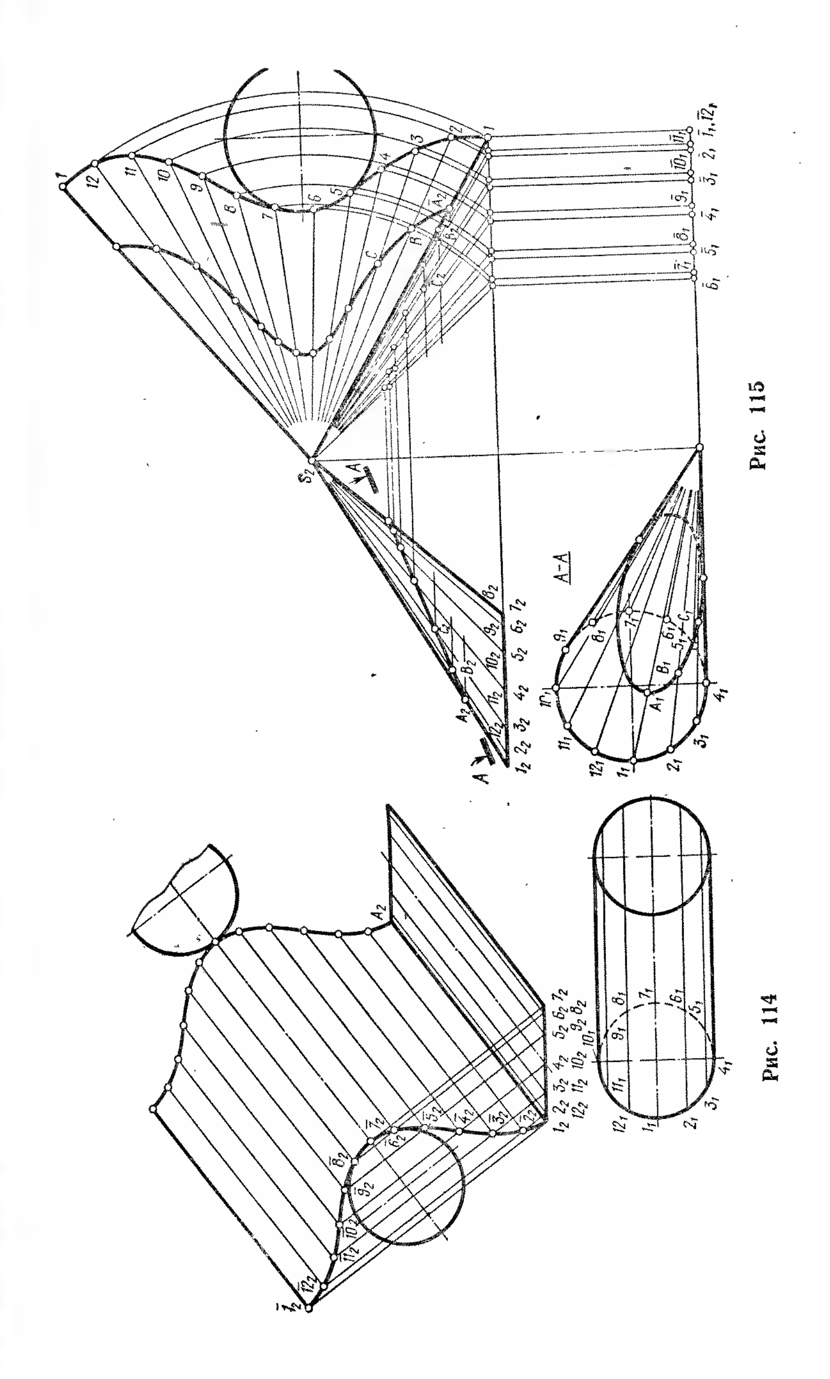


Рис. 115

Рис. 114

Развертку поверхности наклонного конуса производят по принципу развертки пирамиды, ребрами которой являются образующие конуса. Путем вращения вокруг оси, проходящей через вершину S конуса и перпендикулярной к плоскости проекций Π_1, определяют натуральные величины всех образующих. Из чертежа видно, что все образующие повернуты до положения, параллельного плоскости проекций Π_2. При этом фронтальные проекции точек сечения переместятся параллельно основанию до положения $\overline{A}_2$, $\overline{B}_2$, $\overline{C}_2$. . .

По найденной натуральной величине образующих и хордам основания $1_1 2_1$; $2_1 3_1$ . . . строят последовательно треугольники $S_2 \overline{1}_2 2$; $S_2 23$. . .

Полученные точки 1, 2, 3. . . соединяют плавной лекальной кривой. Для нанесения на развертку линий сечения необходимо от точки S_2 отложить на соответствующих образующих отрезки, равные натуральной величине расстояния от вершины конуса до точек линии сечения, т. е. отрезки $S_2 B = S_2 B_2$; $S_2 C = S_2 C_2$. . .

Точки $\overline{A}_2$, B, C. . . соединяют плавной кривой.

Пример 4. Построение развертки наклонного конического барабана (рис. 116). Для построения приближенной развертки боковой поверхности усеченного наклонного барабана вписывают в коническую поверхность восьмиугольную усеченную пирамиду. Для этого верхнее и нижнее основания барабана делят на восемь равных частей и через точки деления проводят ребра (образующие) $1_1 I_1$; $2_1 II_1$; $3_1 III_1$. . . и диагонали $2_1 I_1$, $3_1 II_1$; $4_1 III_1$. . . граней пирамиды. Строят натуральные величины ребер и диагоналей граней пирамиды как гипотенузы прямоугольных треугольников, у которых один катет равен соответствующей горизонтальной проекции ребра или диагонали, а второй — высоте барабана, т. е. разности координат z точек каждого отрезка. Например, построив прямоугольные треугольники на катете AM, равном высоте барабана, и катетах $A\overline{1}_1 = 1_1 I_1$; $A\overline{2}_1 = 2_1 II_1$. . . и т. д., получают натуральные величины $M\overline{1}_1$; $M\overline{2}_1$; $M\overline{3}_1$. . . ребер пирамиды.

Аналогично найдены и натуральные величины диагоналей граней пирамиды по их горизонтальным проекциям $B\overline{2}_1 = I_1 2_1$; $B\overline{3}_1 = II_1 3_1$. . . и высото усеченного конуса NB.

Пользуясь найденными значениями натуральных величин ребер диагоналей и хорд окружностей, взятых на проекции нижнего и верхнего оснований, последовательно строят на развертке треугольники по трем сторонам, например, треугольник $I12$ построен: по натуральной величине ребра $1I = M\overline{1}_1$, натуральной величине диагонали $2I = \overline{2}_1 N$ и хорде $1_1 2_1$ дуги нижнего основания. На стороне $I2$ строят треугольник $I2II$ по натуральной величине ребра $2II = M\overline{2}_1$ и хорде $I—II = I_1 II_1$ дуги верхнего основания и т. д.

Для получения полной развертки достраивают верхнее и нижнее основания.

Пример 5. Построение приближенной развертки шаровой поверхности (рис. 117 и 118). Развертку шаровой поверхности можно построить различными способами. Рассмотрим два из них.

Способ 1 (рис. 117). Поверхность шара разбивают с помощью меридианов на узкие, равные между собой доли. Каждую долю заменяют описанной цилиндрической поверхностью, которая касается данной поверхности в точках среднего меридиана доли. Средний меридиан является нормальным сечением цилиндрической поверхности.

На рис. 117 сфера с помощью меридианов разбита на шесть равных частей. Рассмотрим построение приближенной развертки одной части сферы, средним меридианом которой является главный меридиан K. Заменяют часть сферы описанной около нее цилиндрической поверх-

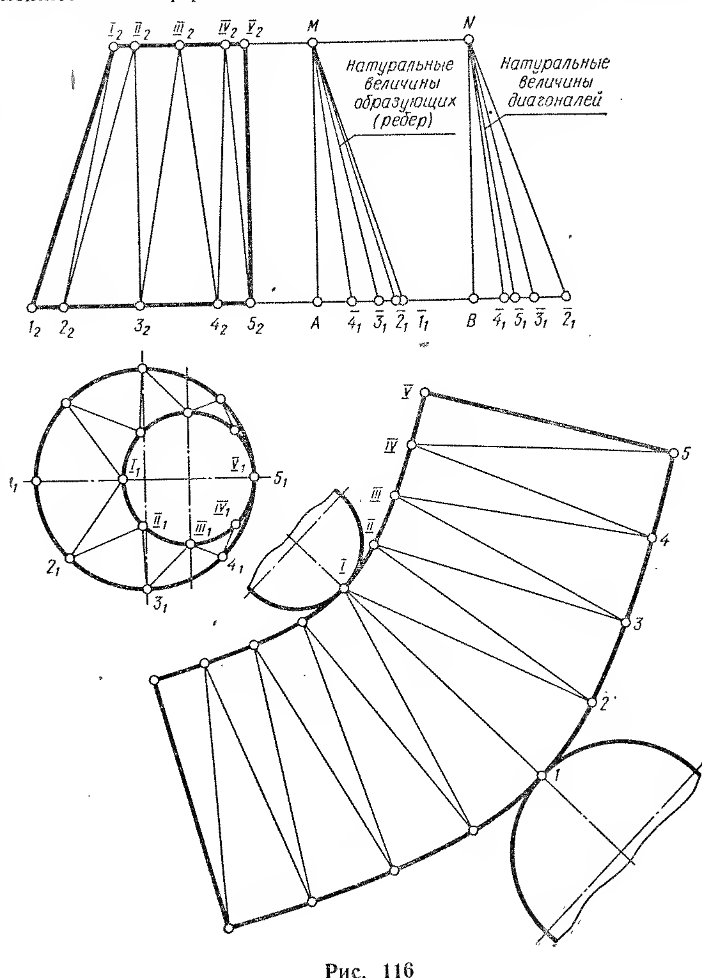


Рис. 116

ностью. Образующие цилиндрической поверхности — фронтально-проецирующие прямые, а нормальным сечением цилиндрической поверхности будет половина главного меридиана. Границами поверхности будут плоскости меридианов, ограничивающих рассматриваемую часть.

Для построения развертки заменяют цилиндрическую поверхность призматической поверхностью, вписанной в нее. Для этого половину

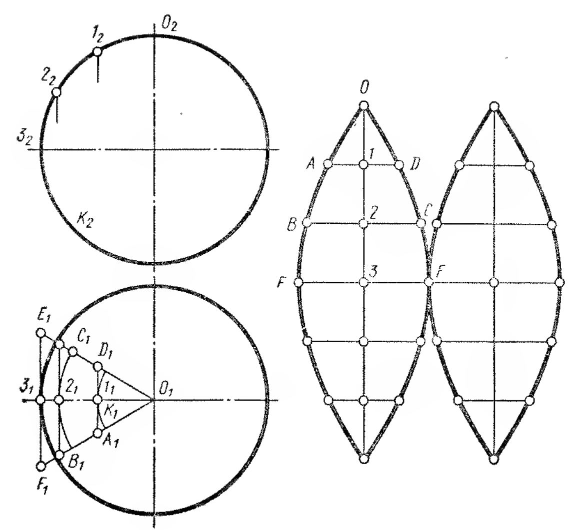


Рис. 117

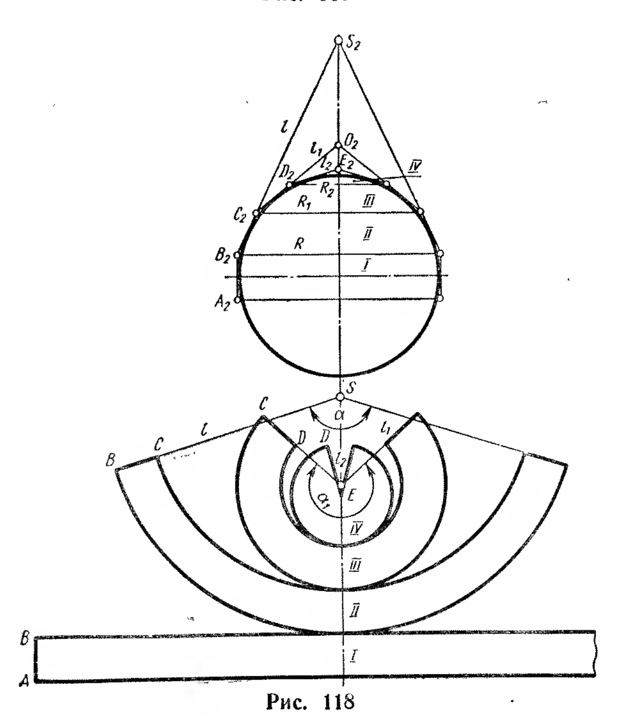


Рис. 118

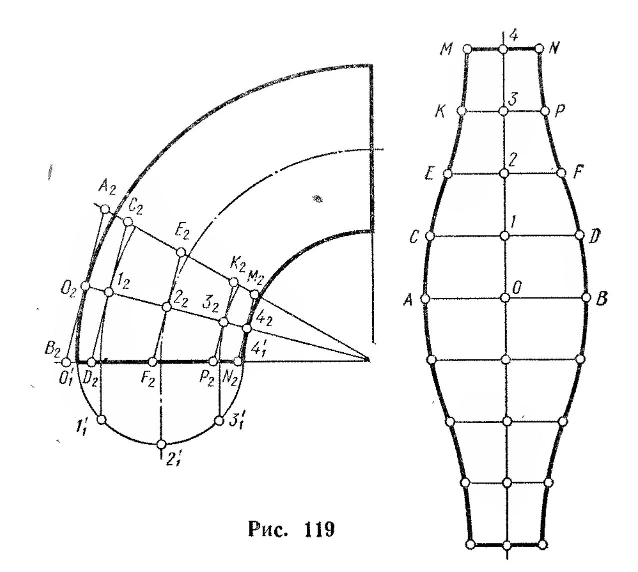


Рис. 119

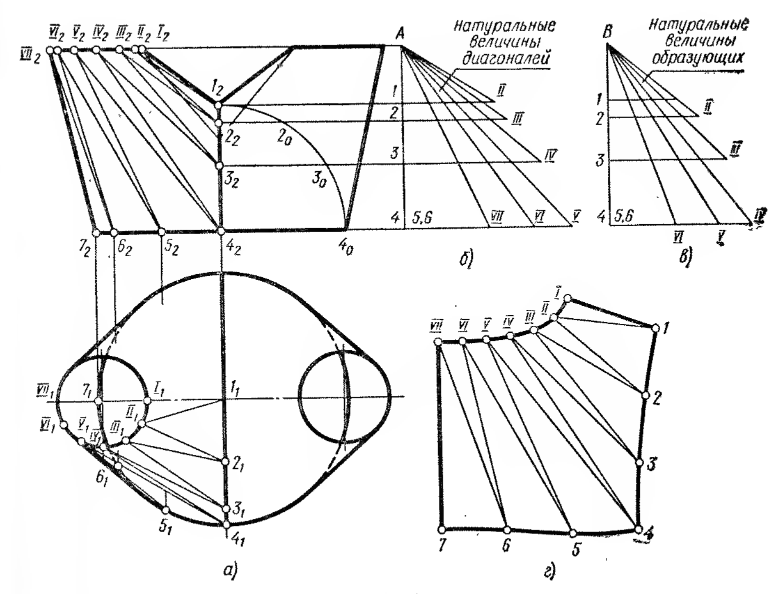


Рис. 120

главного меридиана делят на шесть равных частей и через точки деления проводят образующие цилиндрической поверхности. Затем спрямляют полумеридиан K в отрезок прямой и через точки деления проводят перпендикулярно к отрезку образующие $FE = E_1F_1$; $BC = B_1C_1$; $AD = A_1D_1$. Соединив концы образующих плавными кривыми, получают приближенную развертку одной доли сферы, равной $^1/_{16}$ ее части. Развертки остальных долей являются повторением первой.

С п о с о б 2 (способ вспомогательных конусов) (см. рис. 118). Делят шаровую поверхность на несколько поясов. Средний пояс I принимают за часть цилиндрической поверхности и развертывают по способу развертки прямого кругового цилиндра. Пояса II и III принимают за усеченные конусы с вершинами в точках S_2 и O_2 и развертывают их по правилу развертки поверхностей прямых круговых конусов. Углы разверток определяются по формулам

$$\alpha = \frac{R}{l} 360°; \quad \alpha_1 = \frac{R_1}{l_1} 360°,$$

где R и R_1 — радиусы оснований конусов;
l и l_1 — длина образующих.

Пояс IV представляет собой шаровой сегмент, вокруг которого описана коническая поверхность с вершиной в точке E_2. Угол развертки этого конуса определяется по формуле

$$\alpha_2 = \frac{R_2}{l_2} 360°.$$

Пример 6. Развертка поверхности кольца — тора (рис. 119). Разбивают поверхность кольца при помощи меридианов на 12 частей и строят приближенную развертку одной части. Заменяют поверхность одной части описанной цилиндрической поверхностью, нормальным сечением которой будет средний меридиан рассматриваемой части кольца. Если спрямить средний меридиан в отрезок прямой и через точки деления провести перпендикулярно к нему образующие цилиндрической поверхности $AB = A_2B_2$; $CD = C_2D_2$; $EF = E_2F_2 \ldots$, то, соединив их концы плавными кривыми, получают приближенную развертку $^1/_{12}$ части поверхности кольца.

Пример 7. Построить развертку двустороннего бункера (рис. 120). Бункер состоит из двух одинаковых конических поверхностей. Для развертки одной из них, например левой, делят половину верхнего основания на шесть равных частей (точки I, II, $III \ldots$). Четверть нижнего основания конуса и половину линии пересечения конических поверхностей делят каждую на три равные части (точки 1, 2, $3 \ldots$).

Соединив на горизонтальной и фронтальной плоскостях проекций между собой точки 1 и I, 2 и II, 3 и $III \ldots$, получают проекции образующих конической поверхности. Приближенно рассматривают коническую поверхность как вписанную двенадцатиугольную пирамиду. Кроме образующих, являющихся ребрами вписанной пирамиды, строят диагонали граней пирамиды, соединив между собой проекции точек 1 и II, 2 и III, 3 и IV и т. д.

В правой верхней части чертежа показано определение натуральных величин образующих (ребер) и диагоналей (рис. 120, *б* и *в*). Для этого строят треугольники, одним катетом которых является величина горизонтальной проекции соответствующего ребра или диагонали, а вторым — разность высот (координат z) этих точек. Например, для определения натуральной величины диагонали $1—II$ откладывают отрезок $1—II = 1_1—II_1$ и отрезок $A—1$, равный разности координат z проекций точек I_2 и 1_2. Гипотенуза $A—II$ треугольника есть натуральная величина указанной диагонали.

Аналогичные построения выполнены для определения натуральной величины образующих. Например, для определения длины образующей $2—II$ откладывают на рис. 120, *в* отрезок $2—II = 2_1—II_1$ и второй катет $B—2$, равный разности координат z точек II_2 и 2_2. Гипотенуза $B—II$ треугольника есть натуральная величина образующей $2—II$.

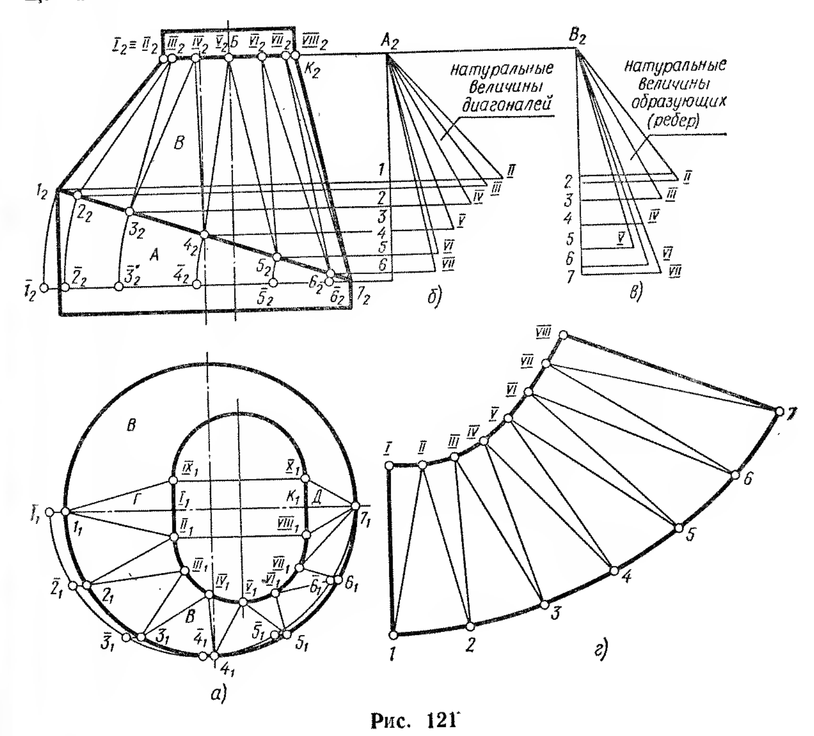


Рис. 121

На рис. 120, *г* по натуральным величинам образующих, диагоналей и хорд верхнего и нижнего оснований конусов выполнено построение развертки $^1/_4$ части бункера. Последовательность построения аналогична описанному построению на рис. 116.

Пример 8. Построить развертку бункера с воронкой (рис. 121). Нижняя A и верхняя $Б$ части бункера развертываются как цилиндрические поверхности. Средняя часть бункера состоит из двух усеченных конических поверхностей B, разделенных двумя плоскими треугольными пластинками $Г$ и $Д$.

Для развертки конической поверхности B делят верхнее и нижнее основания на одинаковое число равных частей, например на 12. Через точки деления проводят образующие $1—I$, $2—II$, $3—III \ldots$, и рассма-

главного меридиана делят на шесть равных частей и через точки деления проводят образующие цилиндрической поверхности. Затем спрямляют полумеридиан K в отрезок прямой и через точки деления проводят перпендикулярно к отрезку образующие $FE = E_1F_1$; $BC = B_1C_1$; $AD = A_1D_1$. Соединив концы образующих плавными кривыми, получают приближенную развертку одной доли сферы, равной $^1/_{16}$ ее части. Развертки остальных долей являются повторением первой.

Способ 2 (способ вспомогательных конусов) (см. рис. 118). Делят шаровую поверхность на несколько поясов. Средний пояс I принимают за часть цилиндрической поверхности и развертывают по способу развертки прямого кругового цилиндра. Пояса II и III принимают за усеченные конусы с вершинами в точках S_2 и O_2 и развертывают их по правилу развертки поверхностей прямых круговых конусов. Углы разверток определяются по формулам

$$\alpha = \frac{R}{l}\,360°; \quad \alpha_1 = \frac{R_1}{l_1}\,360°,$$

где R и R_1 — радиусы оснований конусов;
l и l_1 — длина образующих.

Пояс IV представляет собой шаровой сегмент, вокруг которого описана коническая поверхность с вершиной в точке E_2. Угол развертки этого конуса определяется по формуле

$$\alpha_2 = \frac{R_2}{l_2}\,360°.$$

Пример 6. Развертка поверхности кольца — тора (рис. 119). Разбивают поверхность кольца при помощи меридианов на 12 частей и строят приближенную развертку одной части. Заменяют поверхность одной части описанной цилиндрической поверхностью, нормальным сечением которой будет средний меридиан рассматриваемой части кольца. Если спрямить средний меридиан в отрезок прямой и через точки деления провести перпендикулярно к нему образующие цилиндрической поверхности $AB = A_2B_2$; $CD = C_2D_2$; $EF = E_2F_2$. . ., то, соединив их концы плавными кривыми, получают приближенную развертку $^1/_{12}$ части поверхности кольца.

Пример 7. Построить развертку двустороннего бункера (рис. 120). Бункер состоит из двух одинаковых конических поверхностей. Для развертки одной из них, например левой, делят половину верхнего основания на шесть равных частей (точки I, II, III. . .). Четверть нижнего основания конуса и половину линии пересечения конических поверхностей делят каждую на три равные части (точки 1, 2, 3. . .).

Соединив на горизонтальной и фронтальной плоскостях проекций между собой точки 1 и I, 2 и II, 3 и III. . ., получают проекции образующих конической поверхности. Приближенно рассматривают коническую поверхность как вписанную двенадцатиугольную пирамиду. Кроме образующих, являющихся ребрами вписанной пирамиды, строят диагонали граней пирамиды, соединив между собой проекции точек 1 и II, 2 и III, 3 и IV и т. д.

В правой верхней части чертежа показано определение натуральных величин образующих (ребер) и диагоналей (рис. 120, *б* и *в*). Для этого строят треугольники, одним катетом которых является величина горизонтальной проекции соответствующего ребра или диагонали, а вторым — разность высот (координат z) этих точек. Например, для определения натуральной величины диагонали 1—II откладывают отрезок 1—II = 1_1—II_1 и отрезок A—1, равный разности координат z проекций точек I_2 и 1_2. Гипотенуза A—II треугольника есть натуральная величина указанной диагонали.

Аналогичные построения выполнены для определения натуральной величины образующих. Например, для определения длины образующей 2—II откладывают на рис. 120, *в* отрезок 2—II = 2_1—II_1 и второй катет B—2, равный разности координат z точек II_2 и 2_2. Гипотенуза B—II треугольника есть натуральная величина образующей 2—II.

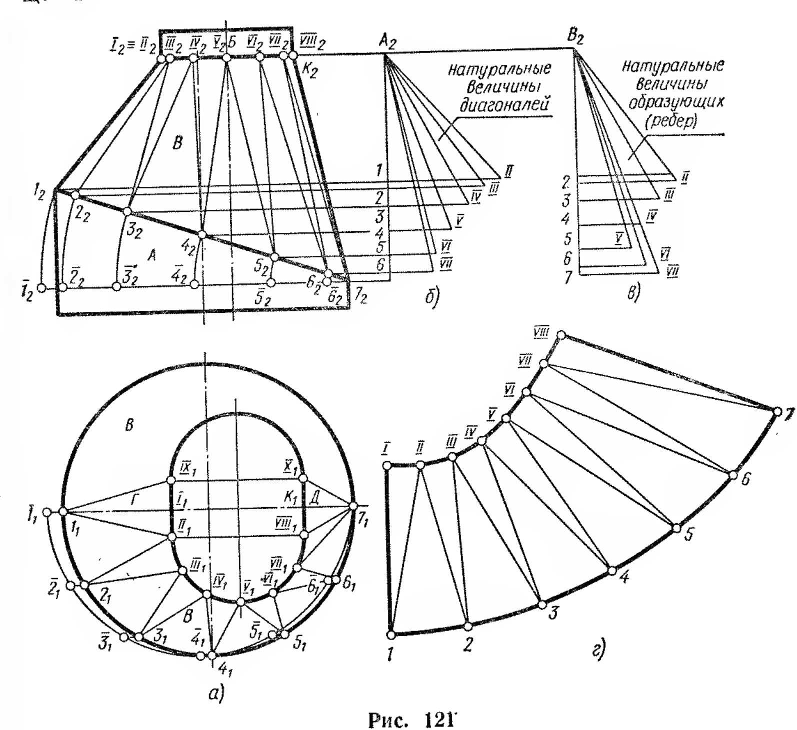


Рис. 121

На рис. 120, *г* по натуральным величинам образующих, диагоналей и хорд верхнего и нижнего оснований конусов выполнено построение развертки $^1/_4$ части бункера. Последовательность построения аналогична описанному построению на рис. 116.

Пример 8. Построить развертку бункера с воронкой (рис. 121). Нижняя A и верхняя $Б$ части бункера развертываются как цилиндрические поверхности. Средняя часть бункера состоит из двух усеченных конических поверхностей B, разделенных двумя плоскими треугольными пластинками $Г$ и $Д$.

Для развертки конической поверхности B делят верхнее и нижнее основания на одинаковое число равных частей, например на 12. Через точки деления проводят образующие 1—I, 2—II, 3—III. . . и рассма-

тривают приближенно коническую поверхность как вписанную двенадцатиугольную пирамиду.

Соединяя точку *I* с точкой *II*, точку *2* с точкой *III* и т. д., получают проекции I_1—II_1; I_2—II_2; 2_1—III_1. . . диагоналей и ребер граней пирамиды. Строят натуральные величины диагоналей и ребер пирамиды как гипотенузы прямоугольных треугольников. Описание построения дано в примере 7 (см. рис. 120).

Натуральную величину нижнего основания конической поверхности определяют вращением его до положения, параллельного плоскости Π_1. При этом фронтальная проекция основания займет положение $\bar{1}_2\bar{2}_2. . . \bar{6}_2 7_2$, а горизонтальная — положение $\bar{1}_1\bar{2}_1\bar{3}_1$ . . . $\bar{6}_1 7_1$, что соответствует натуральной его величине.

Верхнее основание конуса проецируется на плоскость Π_1 в натуральную величину. Истинную величину плоского треугольника *Г* строят по натуральной величине его основания, обозначенного II_1—IX_1 на плоскости Π_1, и натуральной величине высоты, соответствующей отрезку I_2—I_2. Натуральную величину треугольника *Д* определяют по величине $VIII_1$—X_1 его основания и высоте $K_1 7_1$.

Развертку конической поверхности производят аналогично построению развертки, приведенному в примере 4 (см. рис. 116).

На рис. 121, *г* дано построение развертки $^1/_2$ конической части бункера.

Пример 9. Построить развертку колпака (рис. 122). Колпак состоит из цилиндрических поверхностей *I*, *II*, *III*. Для построения развертки цилиндрической части *I* определяют натуральную величину нормального сечения, которое проецируется на плоскость Π_3 в виде полуокружности диаметра *d*. Делят нормальное сечение на шесть равных частей и через фронтальные проекции 1_2, 2_2, 3_2. . . точек деления проводят вспомогательные горизонтальные плоскости уровня α, β, γ, σ, δ, пересекающие цилиндрическую поверхность по образующим *AB*, *CD*, *EF*. . ., а горизонтальную проекцию нормального сечения в точках 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1, 7_1.

Для получения развертки одной части поверхности *I* через середину отрезка T_1G_1 проводят перпендикулярную к нему прямую и откладывают на прямой одну четвертую часть дуги окружности, т. е. $7_0 1_0 = \frac{\pi d}{4}$. Отрезок $7_0 1_0$ делят на шесть равных частей и через точки деления 2_0, 3_0, 4_0. . . проводят прямые, параллельные T_1G_1, на которых откладывают натуральную величину соответствующих образующих цилиндрической поверхности, т. е. $\bar{M}_1\bar{N}_1 = M_1N_1$; $\bar{K}_1\bar{P}_1 = K_1P_1$. Полученные точки соединяют плавными кривыми.

Вращением в положение, параллельное плоскости проекций Π_2, получена натуральная величина нормального сечения цилиндрической поверхности *II* ($m - m_1 - m_2 - m_3$. . .). Для построения развертки поверхности *II* проводят прямую $G_1\bar{I}_0$, перпендикулярную к образующей G_1L_1, и откладывают на ней отрезки, равные величине спрямленных дуг кривой *m*, например, длина отрезка $G_1\bar{N}_1$ равна длине спрямленной дуги *m*, отрезок $\bar{N}_1\bar{P}_1$ равен дуге m_1 и т. д. Через точки $\bar{N}_1$, $\bar{P}_1$, $\bar{F}_1$. . . проводят прямые, параллельные образующей цилиндрической поверхности G_1L_1, и откладывают на них натуральные величины соответствующих образующих поверхности, т. е. $\bar{N}_1\bar{N}_0 = N_1N_0$; $\bar{P}_1\bar{P}_0 = P_1P_0$. . . Полученные точки соединяют плавной кривой.

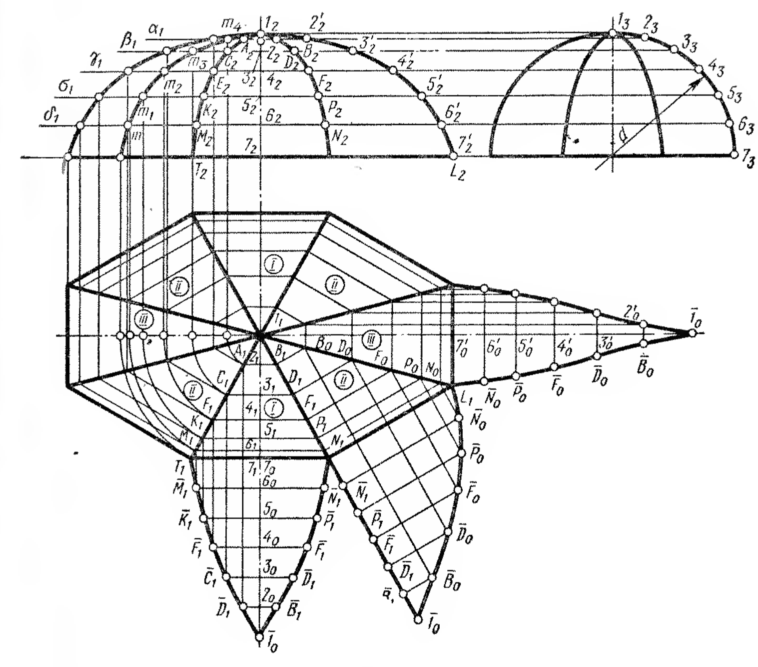


Рис. 122

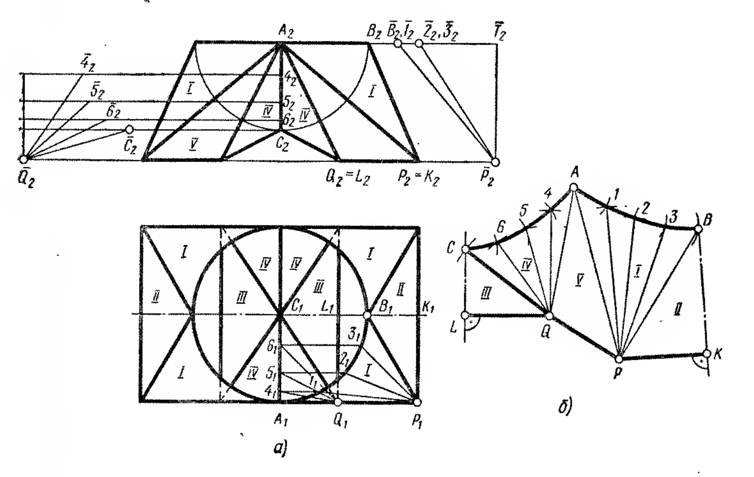


Рис. 123

Натуральная величина нормального сечения $1_2 2'_2 3'_2 4'_2$ цилиндрической части *III* определяется иа плоскости Π_2. Построение развертки этой части цилиндрической поверхности аиологично построению развертки поверхности, описанному иа рис. 119.

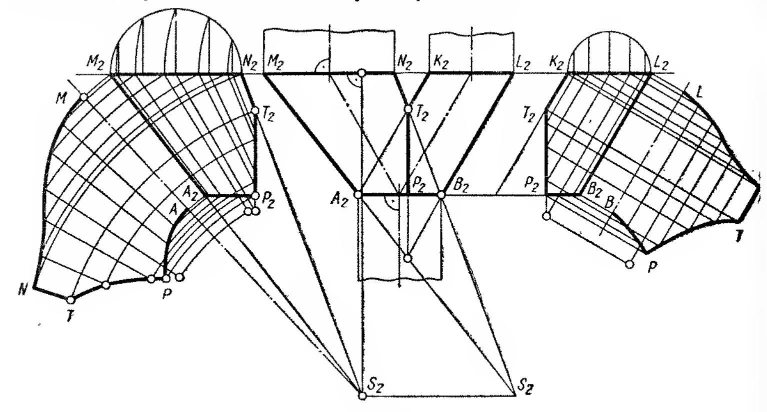


Рис. 124

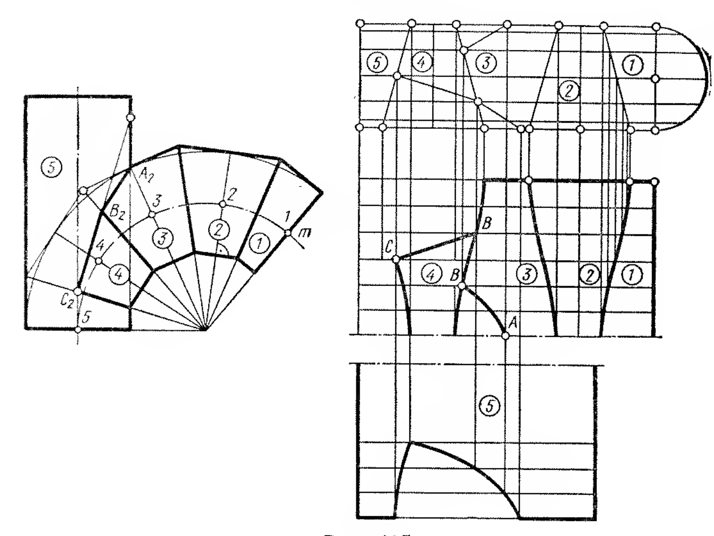


Рис. 125

Пример 10. Построить развертку переходной части (рис. 123, *а*). На рисуике изображен переход от цилиндрической трубы к двум раструбам, окаичивающимся прямоугольным сечением. Переход состоит из конических поверхностей *I* и *IV*, плоских треугольных пластинок *II* и *III*, заиимающих положение, перпендикулярное к фронтальной плоскости проекций Π_2, и треугольной пластинки *V*, проецирующейся на фронтальную плоскость в натуральиую величину (треугольник $Q_2A_2P_2$). Справа от главного вида способом прямоугольных треугольников определена натуральная величина образующих конической поверхности *I*, например, $\overline{P}_2—\overline{2}_2 = P—2$, $\overline{P}_2—\overline{3}_2 = P—3$ и т. д.

Слева от главного вида тем же способом определены натуральные величины образующих конической поверхности *IV* ($\overline{Q}_2—\overline{4}_2 = Q — 4$, $\overline{Q}_2 — \overline{5}_2 = Q — 5$ и т. д.). На рис. 123, *б* построена развертка $^1/_4$ части поверхности перехода. Порядок построения тот же, что и в примерах 4, 8, 9.

Пример 11. На рис. 124 изображено построение развертки перехода, состоящего из конического и цилиндрического колеи. Построение рассмотрите самостоятельно.

Пример 12. Построить развертку техиической формы, изображенной на рис. 125. Переход состоит из пяти цилиидрических элементов: *1*, *2*, *3*, *4* и *5*. Для построения более рациональной развертки всех данных элементов поворачивают элементы *1* и *3* на 180°. Если теперь приставить обратно элементы *1* и *3* к элементам *2* и *4* так, чтобы совпали эллипсы, по которым они между собой пересекаются, то все они составят один цилиндр, на поверхности которого проведены пять эллипсов.

Построив развертку спрямленной трубы в виде прямоугольника (на рисунке изображена только половина развертки цилиндра) и нанеся на ней развертки эллипсов, получают наиболее экономную разметку разверток всех элементов трубы. На резвертке показаны участки эллипсов *AB* и *BC*, образованные от пересечения элементов *3* и *4* с основным цилиндрическим стояком *5*.

Развертка элемента *5* показана на отдельном чертеже (внизу рисунка).

Глава III

ОФОРМЛЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

ФОРМАТЫ

(по ГОСТу 2.301—68)

Стандарт устанавливает форматы листов чертежей и других конструкторских документов, применяемых для всех отраслей промышленности и строительства.

Стандарт на форматы создает условия максимального удобства при хранении, комплектации и брошюровке чертежей и конструкторских документов.

Форматы листов определяются размерами внешней рамки оригиналов, подлинников, дубликатов, копий (рис. 126). Внешняя рамка выполняется тонкой сплошной линией (толщиной от $s/3$ до $s/2$).

Форматы разделяют на основные и дополнительные, допускаемые к применению. Основных форматов предусмотрено пять: 44; 24; 22; 12 и 11. Формат 44 имеет размеры сторон 1189 × 841 мм, и площадь его равна 1 м². Все остальные основные форматы получаются последовательным делением предыдущего формата на две равные части, причем деление совершают параллельно меньшей стороне соответствующего формата. В табл. 5 приведены обозначения и размеры сторон основных форматов.

Обозначение формата состоит из двух цифр (чисел), первая из которых указывает кратность одной стороны формата к величине 297 мм,

Таблица 5

Обозначения и размеры сторон основных форматов
(по ГОСТу 2.301—68)

Обозначение формата	44	24	22	12	11
Размеры сторон формата в мм	1189× ×841	594× ×841	594× ×420	297× ×420	297× ×210
Соответствующее обозначение потребительского формата бумаги по ГОСТу 9327—60 (для справок)	A0	A1	A2	A3	A4

а вторая — кратность другой стороны к величине 210 мм. (Для расчета берут числа 297,25 мм и 210,25 мм с округлением до 1 мм в сторону увеличения при значениях величины после запятой более 0,5 мм и в сторону уменьшения — при значениях менее или равных 0,5 мм).

Например, размеры сторон дополнительного формата 62 составляют: одна сторона 297,25 × 6 = 1783,5 мм, принимают 1783 мм, а другая — 210,25 × 2 = 420,5 мм, принимают 420 мм.

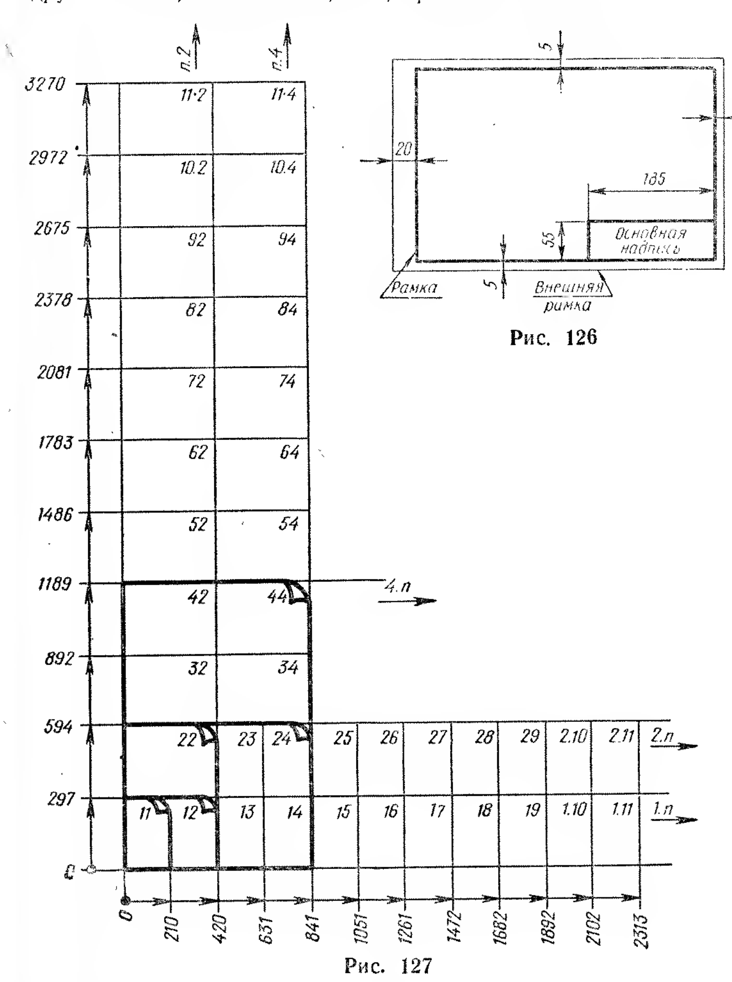


Рис. 126

Рис. 127

Произведение чисел, составляющих обозначение формата, определяет количество форматов 11 (т. е. формата 297 × 210 мм), которое содержится в данном формате, например: формат 28 содержит 2 × 8, т. е. 16 форматов 11.

Количество дополнительных форматов практически неограниченно. Закон образования дополнительных форматов соответствует значениям: *n*.2; *n*.4; 1.*n*; 2.*n*; 4.*n*, т. е. в первом и втором случаях размер 297 мм может быть увеличен в любое целое число раз (*n* — любое целое число), а в третьем, четвертом и пятом случаях размер 210 мм может быть также увеличен в любое целое число раз.

На рис. 127 основные форматы показаны сплошными основными линиями, а дополнительные — тонкими сплошными линиями.

Если для дополнительного формата число *n* становится двузначным, то для избежания ошибок между этим числом и другим, указывающим кратность размерам сторон формата 11, ставится точка. Например, формат 1.12 имеет размеры сторон 297 × 2523 мм, а формат 11.2 — размеры сторон 3270 × 420 мм.

Предельные отклонения размеров форматов при исполнении конструкторской документации допускаются в пределах ±0,5%. Для документов учета в отделе технической документации допускается применять форматы, меньшие 11, т. е. образованные последовательным делением формата 11.

В строительной документации допускается к обозначению форматов добавлять букву «В» или «Г», например: 12В, 12Г. Индекс «В» ставится в том случае, когда основная надпись расположена вдоль короткой стороны формата, а индекс «Г» — при расположении надписи вдоль длинной стороны формата.

ОСНОВНЫЕ НАДПИСИ

(по ГОСТу 2.104—68)

Каждый лист чертежа должен иметь рамку и основную надпись. Рамка чертежа выполняется сплошной основной линией толщиной *s* на расстоянии от внешней рамки чертежа справа, снизу и сверху — 5 мм, слева — 20 мм.

На листах формата 11 основную надпись с дополнительными графами располагают вдоль короткой стороны листа (рис. 128, *а*). На листах остальных форматов надпись располагают либо вдоль длинной стороны листа (рис. 128, *б*), либо вдоль короткой (рис. 128, *в*). На рис. 128, *а*, *б*, *в* цифрой 1 обозначена основная надпись, а цифрой 2 — дополнительные графы.

Основная надпись всегда располагается в правом нижнем углу листа.

Поле величиной 20 мм с левой стороны предназначается для подшивки и брошюровки чертежей.

Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют сплошными основными и тонкими линиями по ГОСТу 2.303—68.

Размеры, расположение и содержание основных надписей и дополнительных граф к ним для чертежей и схем должны соответствовать форме 1 (ГОСТ 2.104—68) — рис. 129, а для текстовых документов — формам 2, 2а и 2б (рис. 130 и 131). Допускается для последующих листов чертежей и схем применять форму 2а.

На чертежах или схемах больших форматов для быстрого нахождения составной части изделия или элемента рекомендуется разбивать поле на зоны (рис. 128, *г*, *д*). Разбивку сторон листа производят, как правило, на отрезки, равные сторонам формата 11 с тем, чтобы каждая сторона делилась на целое число отрезков. Зоны отделяют друг от друга тонкими штрихами, нанесенными в промежутке между рамкой и линией обреза листа.

Отметки наносят по вертикали прописными буквами латинского алфавита снизу вверх (*A*, *B*, *C*, *D*, *E*. . .), а по горизонтали — арабскими цифрами, начиная от нижнего правого угла. Каждая зона обозначается сочетанием букв и цифр, например: A1, A2, B2, B3 и др.

На чертежах или схемах с одним обозначением, выполненных на нескольких листах, нумерация зон по горизонтали должна быть сквозной в пределах всех листов.

В графах основной надписи и в дополнительных графах (рис. 129) указывают:

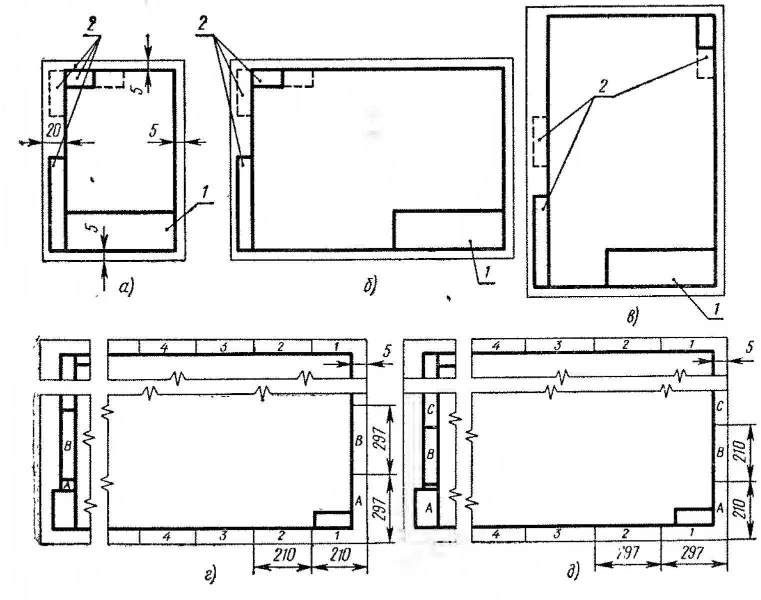


Рис. 128

в графе 1 — наименование изделия, в соответствии с требованиями ГОСТа 2.109—73, а также наименование документа, если ему присвоен шифр.

Наименование изделия записывают в именительном падеже и в единственном числе. Наименование должно быть кратким и соответствовать принятой терминологии. Если наименование состоит из нескольких слов, то порядок их расположения должен быть прямым, например: «Колесо зубчатое», «Вал шлицевый» и т. д.;

в графе 2 — обозначение документа по ГОСТу 2.201—68;

в графе 3 — условное обозначение материала детали (эта графа заполняется только на чертежах деталей);

в графе 4 — литеру, присвоенную данному документу по ГОСТу 2.103—68 (графу заполняют последовательно, начиная с крайней левой клетки);

в графе 5 — массу изделия по ГОСТу 2.109—73. Массу изделия детали, сборочной единицы указывают в килограммах без указания

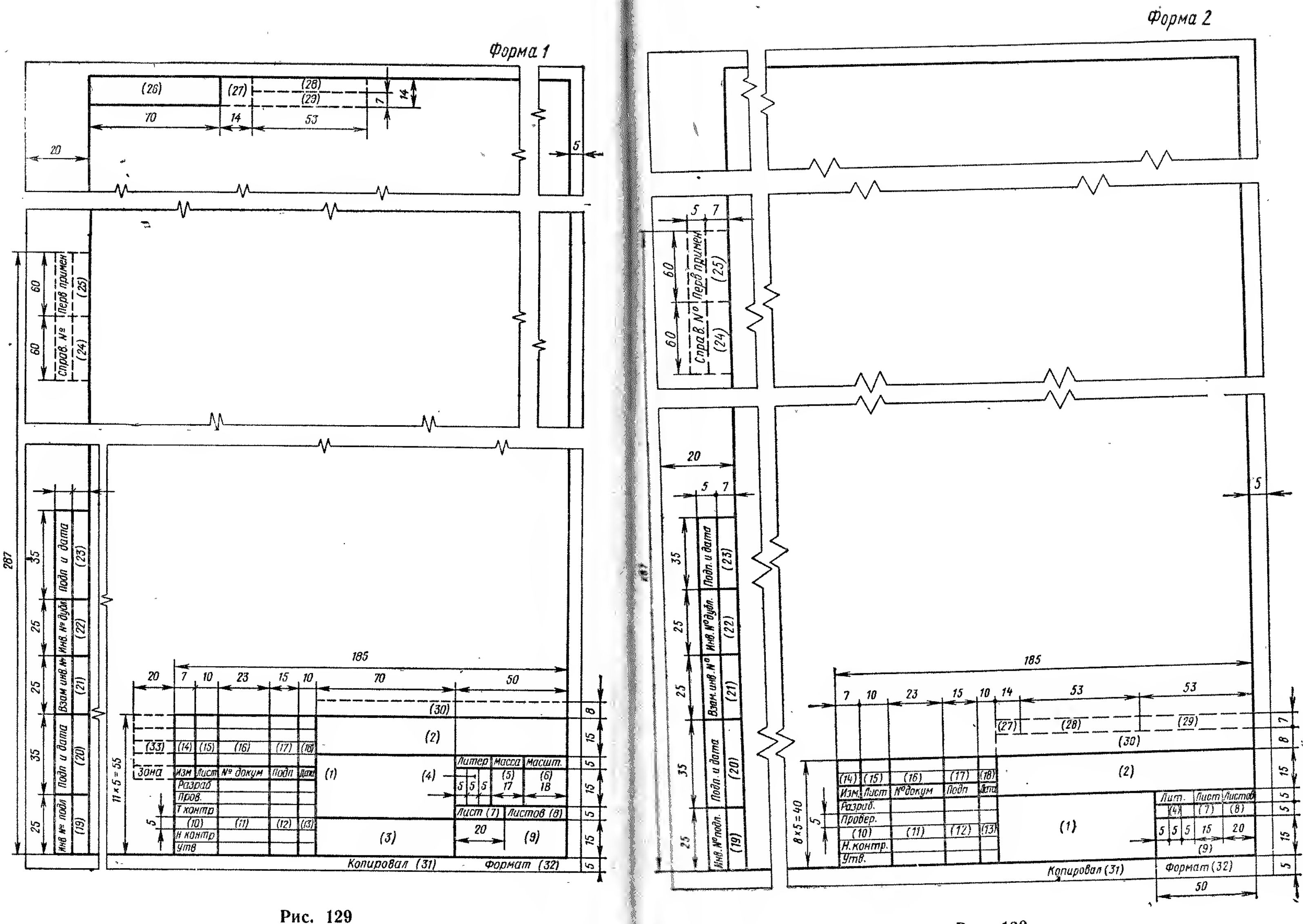


Рис. 129

Рис. 130

единицы измерения. Допускается указывать массу в других единицах измерения с указанием их, например: 0,50 г, 25т. Если чертеж выполнен на нескольких листах, то массу изделия указывают только на первом листе;

в графе 6 — масштаб (проставляется в соответствии с ГОСТом 2.302—68 и ГОСТом 2.109—73);

в графе 7 — порядковый номер листа документа, если чертеж выполнен на нескольких листах. На документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют;

в графе 8 —общее количество листов документа, если чертеж выполнен на нескольких листах. Графу заполняют только на первом листе;

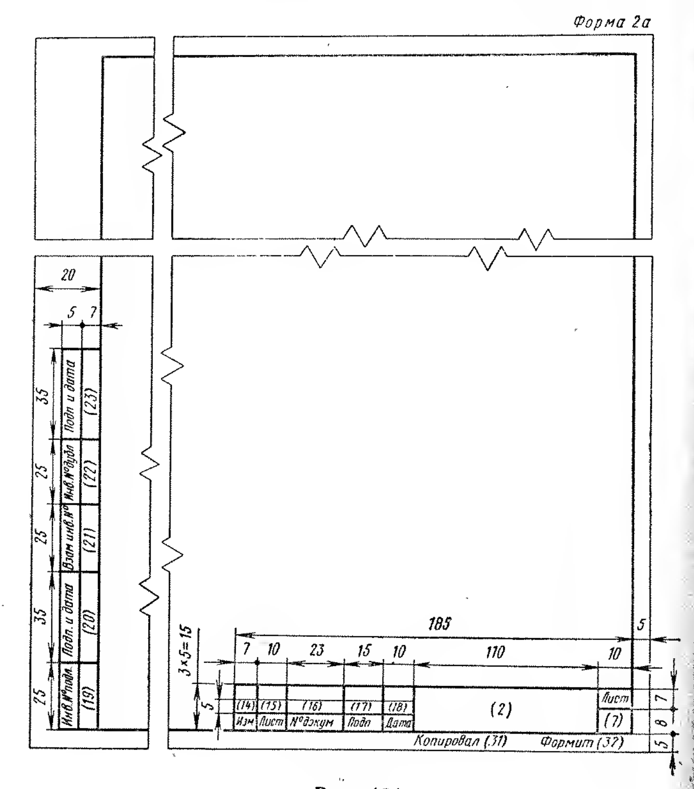


Рис. 131

в графе 9 — наименование, различительный индекс или шифр предприятия, выпустившего данный документ. Графу не заполняют, если различительный индекс содержится в обозначении документа;

в графе 10 — характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ, в соответствии с формами 1 и 2. Свободную строку заполняют по усмотрению разработчика, например: «Начальник отдела», «Начальник лаборатории», «Рассчитал»;

в графе 11 — фамилии лиц, подписавших документ;

в графе 12 — подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11. Подписи лиц, разработавших данный документ и ответственных за нор-

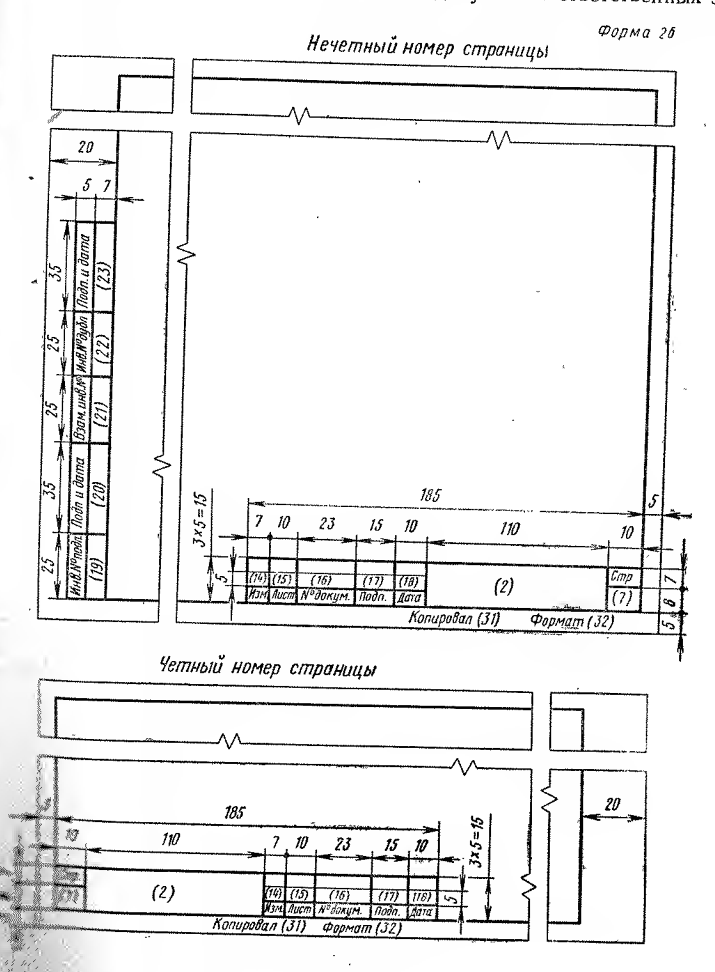


Рис. 131 (продолжение)

...троль, являются обязательными. При отсутствии титульного ... допускается подпись лица, утвердившего документ, размещать ... свободном поле первого или заглавного листа;

... графе 13 — дату подписания документа;

... графах 14—18 — графы таблицы изменений, которые заполняют ...тствии с требованиями ГОСТа 2.503—68;

... графе 19 — инвентарный номер подлинника по ГОСТу 2.501—68;

... Заказ 1011

в графе 20 — подпись лица, принявшего подлинник в отдел (бюро) технической документации, и дату приемки;

в графе 21 — инвентарный номер подлинника, взамен которого выпущен данный подлинник по ГОСТу 2.503—68;

в графе 22 — инвентарный номер дубликата по ГОСТу 2.502—68;

в графе 23 — подпись лица, принявшего дубликат в отдел (бюро) технической документации, и дату приемки;

в графе 24 — обозначение документа, взамен или на основании которого выпущен данный документ. Допускается также использовать графу для указания обозначения документа аналогичного изделия, для которого ранее изготовлена технологическая оснастка, необходимая для данного изделия;

в графе 25 — обозначение соответствующего документа, в котором впервые записан данный документ;

в графе 26 — обозначение документа, повернутое на 180° для формата 11 и для формата больше 11 при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа и на 90° для форматов больше 11 при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа;

в графах 27—30 — данные, заполняемые заказчиком. Графы являются обязательными для документов, утверждаемых заказчиком;

в графе 31 — подпись лица, копировавшего чертеж;

в графе 32 — обозначение формата листа по ГОСТу 2.301—68;

в графе 33 — обозначение зоны, в которой находится изменяемая часть изделия.

Графы, выполненные штриховой линией, вводят при необходимости.

Графа 26 на форме 2а является обязательной только для чертежей и схем.

При использовании формы 1 для последующих листов чертежей и схем графы 3, 4, 5, 6 и 9 не заполняют.

МАСШТАБЫ

(по ГОСТу 2.302—68)

Предметы в зависимости от величины, сложности и назначения чертежа могут быть вычерчены в натуральную величину или в определенном масштабе.

Масштабы разделяются на численные, линейные, поперечные, пропорциональные и некоторые другие. В ГОСТе 2.302—68 указан численный масштаб.

Численным называется масштаб, показывающий отношение линейных размеров изображенного на чертеже предмета к линейным размерам самого предмета в натуре.

Масштабы изображений, применяемые для всех отраслей промышленности и строительства, разделяются на три группы: **масштабы уменьшения, натуральная величина и масштабы увеличения.**

Масштабы изображений должны выбираться из следующего ряда:

Масштабы уменьшения	1 : 2; 1 : 2,5; 1 : 4; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 15; 1 : 20; 1 : 25; 1 : 40; 1 : 50; 1 : 75; 1 : 100; 1 : 200; 1 : 400; 1 : 500; 1 : 800; 1 : 1000
Натуральная величина	1 : 1
Масштабы увеличения	2 : 1; 2,5 : 1; 4 : 1; 5 : 1; 10 : 1; 20 : 1; 40 : 1; 50 : 1; 100 : 1

При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применять масштабы 1 : 2000; 1 : 5000; 1 : 10 000; 1 : 20 000; 1 : 25 000; 1 : 50 000.

В необходимых случаях допускается применять масштабы увеличения $(100n) : 1$, где n — целое число.

Предпочтительно выполнять изображение предмета в натуральную величину, так как чертеж получается полностью сходным с изображаемым предметом по форме и размерам.

Следует помнить, что в каком бы масштабе не выполнялось изображение предмета, на чертеже всегда проставляют только действительные его размеры.

Обозначение масштаба вносится в специально предназначенную графу основной надписи чертежа. В этом случае обозначение выполняется по типу 1 : 1; 2 : 1; 1 : 2 и т. д.

Если же какое-либо изображение на чертеже выполнено в масштабе, отличающемся от указанного в основной надписи, то вблизи этого изображения ставится значение масштаба с добавлением буквы «М», например: М1 : 1; М5 : 1 и т. д. Масштаб изображения указывают под надписью, относящейся к изображению, например:

$$\frac{\text{А — А}}{\text{М1:1}};\quad \frac{\text{Вид Б}}{\text{М4:1}};\quad \frac{1}{\text{М2:1}}.$$

ЛИНИИ

(по ГОСТу 2.303—68)

Стандарт устанавливает наименование, правила начертания и основные назначения линий, применяемых на чертежах всех отраслей промышленности и строительства. В стандарте рассматривают лишь основные назначения линий, так как специальные их назначения для условного изображения, например резьбы, зубчатых колес, шлицев и др., определяются в соответствующих стандартах ЕСКД.

На чертежах применяют три типа линий: **сплошные, штриховые и штрих-пунктирные.** Учитывая, что каждый тип имеет несколько разновидностей, стандарт предусматривает всего восемь разновидностей линий: сплошная основная, сплошная тонкая, сплошная волнистая, штриховая, штрих-пунктирная тонкая, штрих-пунктирная утолщенная, разомкнутая, сплошная тонкая с изломами (рис. 132).

В табл. 6 приведено наименование линий, указаны правила их начертания (длина штрихов, расстояние между штрихами и др.), приведена толщина каждого типа линий по отношению к толщине (s) сплошной основной линии и перечислены назначения каждого типа линий.

В четвертой графе табл. 6, в скобках, указаны номера позиций на рис. 133—135, иллюстрирующие применение на чертежах линий каждого типа.

Толщина сплошной основной линии *s* берется в пределах 0,6 — 1,5 мм в зависимости от величины и сложности изображения и от формата чертежа. Толщина линий одного назначения должна быть на данном чертеже одинаковой для всех изображений, вычерчиваемых в одном масштабе.

При наличии на изображении крупных и мелких элементов допускается для обводки контура мелких элементов применять более тонкую основную линию.

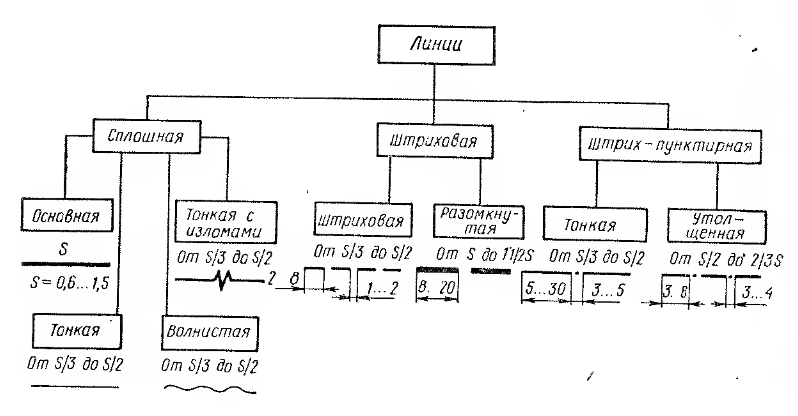


Рис. 132

Стандарт устанавливает наименьшую толщину линий и наименьшее расстояние между смежными линиями в зависимости от формата чертежа. Так для форматов 24 и больших размеров наименьшая толщина линий принята 0,3 мм, а наименьшее расстояние между линиями, выполненными тушью, — 0,8 мм и 1,0 мм — карандашом. Соответственно для форматов меньших 24 наименьшая толщина линий, выполненная тушью, принята 0,2 мм и 0,3 мм — карандашом, а наименьшее расстояние — 0,8 мм.

Эти требования необходимы для обеспечения качества фотокопий чертежей и создания условий чтения чертежей. Для ориентировки толщины линий в условиях конструкторской практики применяются специальные шаблоны с линиями различной толщины.

Некоторые указания по обводке чертежей:

1. Длину штрихов в штриховых и штрих-пунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величины изображения. Рекомендуемые размеры для штриховых линий: длина штрихов 4—6 мм, расстояние между штрихами 1—2 мм; для штрих-пунктирных линий: длина штрихов 15—20 мм, расстояние между штрихами 3—4 мм.
2. Штрихи в линии должны быть одинаковой длины.
3. Промежутки между штрихами в каждой линии должны быть одинаковыми.
4. Штрих-пунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами.

Таблица 6

Линии чертежа

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине сплошной основной линии	Основное назначение
Сплошная основная	———	*s*	Линии видимого контура (*1*). Линии перехода видимые (*2*). Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза) (*3*)
Сплошная тонкая	———	От *s*/3 до *s*/2	Линии контура наложенного сечения (*4*). Линии размерные и выносные (*5*). Линии штриховки (*6*). Линии-выноски (*7*). Полки линий-выносок и подчеркивание надписей (*8*). Линии для изображения пограничных деталей («обстановка») (*9*). Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях (*10*). Линии перехода воображаемые (*11*). Линии сгиба на развертках (*12*). Оси проекций, следы плоскостей, линии построения характерных точек (*13*)
Сплошная волнистая	∼	От *s*/3 до *s*/2	Линии обрыва (*14*). Линии разграничения вида и разреза (*15*)

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине сплошной основной линии	Основное назначение
Штриховая	1...2; 2...8	От $s/3$ до $s/2$	Линии невидимого контура (*16*). Линии перехода невидимые (*17*)
Штрихпунктирная тонкая	5...30; 3...5	От $s/3$ до $s/2$	Линии осевые и центровые (*18*). Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений (*19*). Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях (*20*). Линии для изображения развертки, совмещенной с видом (*21*)
Штрихпунктирная утолщенная	3...8; 3...4	От $s/2$ до $^2/_3 s$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию (*22*). Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция») (*23*)
Разомкнутая	8...20	От s до $1^1/_2 s$	Линии сечений (*24*)
Сплошная тонкая с изломами		От $s/3$ до $s/2$	Длинные линии обрыва (*25*)

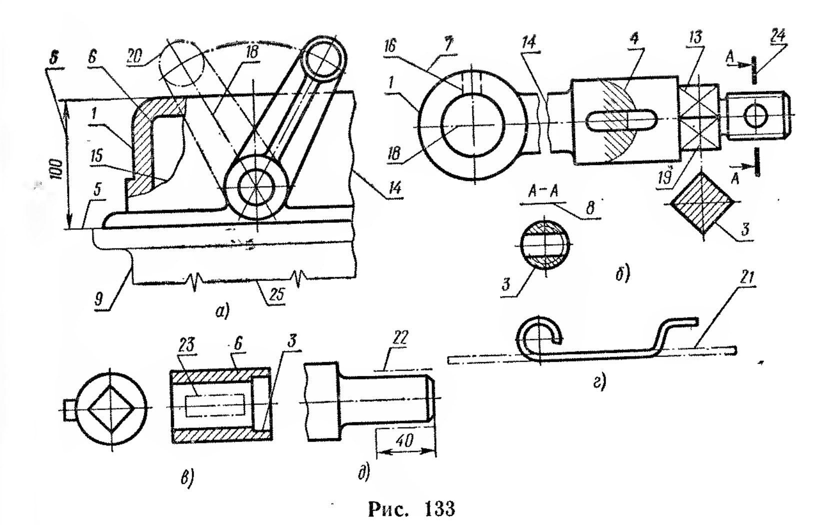


Рис. 133

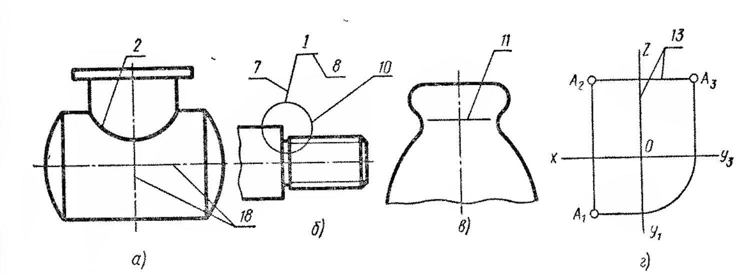


Рис. 134

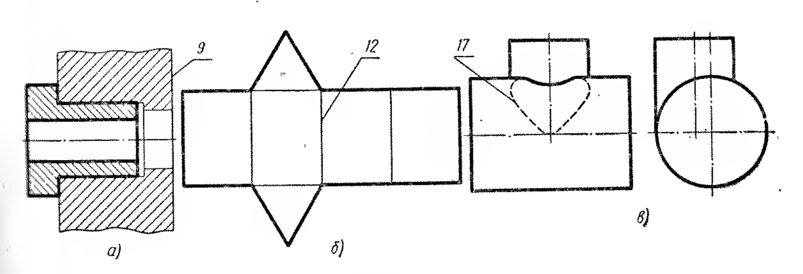


Рис. 135

5. Если размеры окружности или других геометрических фигур меньше 12 мм, то штрих-пунктирные линии, применяемые в качестве осевых и центровых, заменяют сплошными тонкими линиями (рис. 136, *а*).

6. На рис. 136, *б* показаны правила нанесения центровых линий для отверстий, расположенных по окружности детали.

7. Осевые и центровые линии следует выводить за контур изображения предмета на величину 3—5 мм (рис. 136, *а*). При использовании этих линий в качестве выносных их необходимо удлинить.

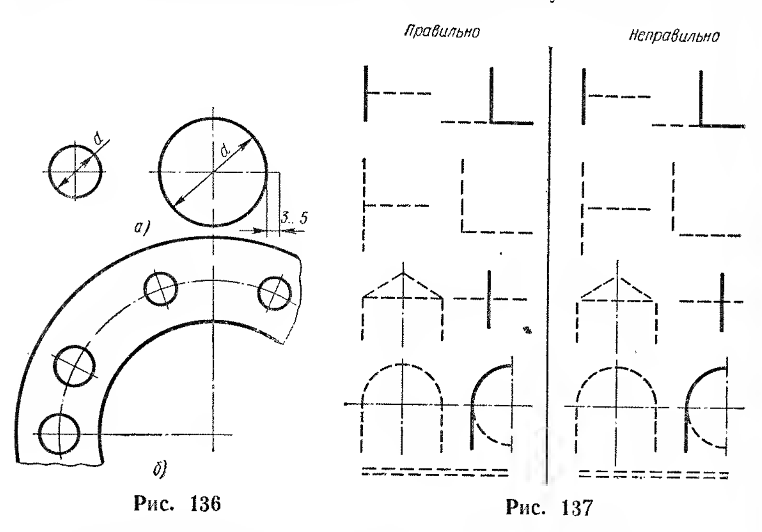


Рис. 136 Рис. 137

8. Контуры деталей в местах соприкосновения линий должны изображаться сплошной основной линией, без утолщения.

9. На рис. 137 изображены случаи проведения линий различных типов при взаимном их сочетании и пересечении.

10. При обводке чертежа линии рекомендуется наводить в следующем порядке: а) осевые и центровые; б) лекальные кривые; в) окружности и дуги; г) горизонтальные прямые; д) вертикальные прямые; е) наклонные прямые.

ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ

(по ГОСТу 2.304—68)

Изображения на чертежах дополняют надписями, которые выполняют чертежным шрифтом по ГОСТу 2.304—68. Эти надписи относятся к наименованию изделия, материалу, его размерам и пр.

Стандарт устанавливает три формы шрифта для букв русского алфавита: а) **основной шрифт с наклоном**; б) **широкий шрифт с наклоном**; в) **прямой шрифт без наклона**.

Отличие между основным и широким шрифтами заключается не в конструкции букв и цифр и не в их высоте, а только в их ширине.

Наклон букв и цифр к основанию строки должен быть около 75°.

Прямой шрифт без наклона употребляют сравнительно редко, главным образом для наименований, заголовков, обозначений в основной надписи, на поле чертежа и т. д.

Размеры стандартного чертежного шрифта определяются высотой h прописных (заглавных) букв в миллиметрах. Устанавливаются следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Например,

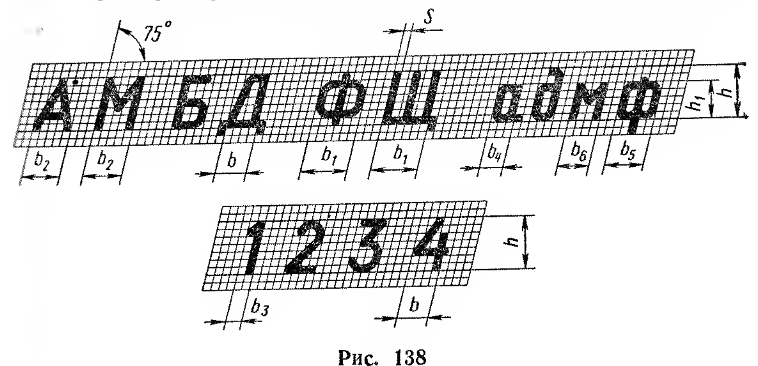


Рис. 138

высота прописных букв шрифта размера 10 равна 10 мм, размера 5 — соответственно 5 мм и т. д.

Соотношения между высотой h и остальными размерами букв русского алфавита и цифр приведены на рис. 138 и в табл. 7.

Проанализируем данные табл. 7.

Высота h_1 **строчных (малых) букв** равна $^5/_7$ высоты прописных букв, т. е. $h_1 = {}^5/_7 h$, что примерно соответствует последующему меньшему размеру шрифта. Например, высота строчных букв шрифта размера 10 равна 7 мм, т. е. соответствует высоте прописных букв последующего шрифта размера 7. Исключением из этого является высота строчных букв **б**, **в**, д, р, у, ф, которая равна высоте h прописных букв. На рис. 139 написано слово «Турбина» шрифтом размера 10. Высота прописной заглавной буквы Т и строчных букв р, у, б равна 10 мм, а остальных букв — 7 мм.

КРАН ГАЙКА ТАНК



Рис. 139

Ширина b **прописных букв русского алфавита** составляет $^4/_7 h$ для основного и $^5/_7 h$ для широкого шрифтов. Исключением являются прописные буквы **А**, **Ж**, **М**, **Ф**, **Ш**, **Щ**, **Ы**, **Ю** и цифра **1**. Ширина b_1 прописных букв **Ж**, **Ф**, **Ш**, **Щ**, **Ы** и **Ю** соответственно равна $^6/_7 h$ для

Таблица 7

Конструктивные размеры чертежного шрифта

Определяемая величина	Обозначение	Соотношение размеров	Размеры шрифта в мм					
			2,5	3,5	5	7	10	14
1. Прописные буквы и цифры:								
высота букв и цифр	h	—	2,5	3,5	5	7	10	14
ширина букв и цифр, кроме букв **А, Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ы, Ю** и цифры **1**	b	$^4/_7h$	1,4	2	2,8	4	5,7	8
то же для широкого шрифта	$b_ш$	$^5/_7h$	1,8	2,5	3,6	5	7	10
ширина букв **Ж, Ф, Ш, Щ, Ы, Ю**	b_1	$^6/_7h$	2,1	3	4,3	6	8,6	12
то же для широкого шрифта	$b_{1ш}$	h	2,5	3,5	5	7	10	14
ширина букв **А, М** . . .	b_2	$^5/_7h$	1,8	2,5	3,6	5	7	10
ширина букв **А, М** для широкого шрифта	$b_{2ш}$	$^6/_7h$	2,1	3	4,3	6	8,6	12
ширина цифры **1** . . .	b_3	$^2/_7h$	0,7	1	1,4	2	2,9	4

Продолжение табл. 7

Определяемая величина	Обозначение	Соотношение размеров	Размеры шрифта в мм					
			2,5	3,5	5	7	10	14
2. Строчные буквы:								
высота букв, кроме букв б, в, д, р, у, ф	h_1	$^5/_7h$	—	2,5	3,6	5	7	10
высота букв **б, в, д, р, у, ф**	h	—	—	3,5	5	7	10	14
ширина букв, кроме букв **ж, м, т, ф, ш, щ, ы, р**	b_4	$^3/_7h$	—	1,5	2,1	3	4,3	6
то же для широкого шрифта	$b_{4ш}$	$^4/_7h$	—	2	2,8	4	5,7	8
ширина букв **ж, т, ф, ш, щ, ы, ю**	b_5	$^5/_7h$	—	2,5	3,6	5	7	10
то же для широкого шрифта	$b_{5ш}$	$^6/_7h$	—	3	4,3	6	8,6	12
ширина буквы **м** . . .	b_6	$^4/_7h$	—	2	2,8	4	5,7	8
то же для широкого шрифта	$b_{6ш}$	$^5/_7h$	—	2,5	3,6	5	7	10
3. Толщина линий букв и цифр	s	$^1/_7$—$^1/_{10}h$	0,4—0,25	0,5—0,35	0,7—0,5	1—0,7	1,4—1	2—1,4
4. Высота индексов, показателей степени, предельных отклонений	h_2	0,5—0,7h, но не менее 2,5 мм	2,5	2,5	2,5—3,5	3,5—5	5—7	7—10

основного и h — для широкого шрифтов. Промежуточное положение занимают буквы А и М, ширина b_2 которых равна $^5/_7h$ для основного и $^6/_7h$ — для широкого шрифтов. Ширина b_3 цифры 1 равна $^2/_7h$. Например, для шрифта размера 10 ширина буквы **Б** равна для основного шрифта 5,7 мм, а для широкого — 7 мм. Ширина буквы **Ж** соответственно составляет 8,6 и 10 мм, а буквы **М** — 7 и 8,6 мм. Ширина цифры **1** для шрифта размера 10 равна 2,9 мм.

Ширина b_4 большинства строчных букв русского алфавита, за исключением **ж, м, г, ф, ш, щ, ы, ю**, равна $^3/_7h$ для основного и $^4/_7h$ — для широкого шрифтов. Ширина b_5 букв **ж, т, ф, ш, щ, ы, ю** соответственно составляет для основного шрифта $^5/_7h$, а для широкого — $^6/_7h$.

Отдельно стоит буква **м**, ширина которой (b_6) составляет для основного $^4/_7h$ и $^5/_7h$ для широкого шрифтов.

Толщину линий букв и цифр (s) берут в пределах $^1/_7$—$^1/_{10}h$. Бóльшую толщину обводки линий ($^1/_7h$) следует рекомендовать для прописных букв и цифр, а меньшую ($^1/_{10}h$) — для строчных букв. Толщина линий обводки всего текста должна быть одинаковой независимо от наличия в нем прописных и строчных букв.

Рассмотрим некоторые другие конструктивные размеры шрифта (табл. 8). Расстояние A между смежными буквами в словах и между цифрами должно составлять $^2/_7h$, а расстояние A_1 между словами и числами — не менее ширины буквы данного текста. Расстояние A_2 между основаниями строк берется не меньше, чем $1,5h$.

Таблица 8

Расстояния между буквами, словами и строками для шрифтов всех размеров

Определяемая величина	Обозначение	Соотношение размеров	Размер шрифта в мм					
			2,5	3,5	5	7	10	14
1. Расстояния между буквами, цифрами и знаками	A	$^2/_7h$	0,7	1	1,4	2	3	4
2. Расстояния между словами и числами	A_1	Не менее ширины букв текста						
3. Расстояния между основаниями строк	A_2	Не менее $1,5h$	3,8	5,3	7,5	10,5	15	21

Примечания: 1. При применении в одном слове прописных и строчных букв допускается написание их одинаковой ширины.

2. В строительной документации при выполнении надписей прописными буквами допускаются начальные буквы предложений, а также имен собственных выполнять размером шрифта, соответствующим выбранному, а прочие буквы — следующим меньшим размером шрифта.

Если надпись выполняется разными шрифтами, то расстояние между основаниями строк берется по наибольшему размеру шрифта. Например, для шрифта размером 10 расстояние между буквами должно быть равно 3 мм, между словами — не менее 10 мм, а между основаниями строк — не менее 15 мм.

В некоторых случаях при сочетании букв появляется кажущееся увеличение расстояния между ними. Это встречается при сочетании в словах таких букв, как **Г** и **А**, **Г** и **Д**, **Р** и **А**, **Т** и **А** и т. д. В этих случаях рекомендуется расстояние между буквами уменьшать до $^1/_7h$, чтобы избежать кажущихся искажений. На рис. 139 это показано при написании слов **Кран, Гайка, Танк.**

КОНСТРУКЦИЯ ПРОПИСНЫХ БУКВ РУССКОГО АЛФАВИТА

Для более твердого усвоения начертания букв и цифр ниже дано краткое описание их конструкции. Изучение конструкции ведут не по алфавиту, а в зависимости от однотипности и трудности написания букв. Изучая конструкцию, необходимо четко представлять себе размещение отдельных элементов букв по отношению к параллелограмму сетки, в которой размещается данная буква или цифра.

Для шрифтов с наклоном сетка строится с ячейками, имеющими форму параллелограмма с основанием и высотой, равными $^1/_7h$, и углом при основании около 75°; для шрифтов без наклона — сетка с ячейками, имеющими форму квадрата со стороной $^1/_7h$.

Прописные буквы по их написанию можно разделить на четыре группы.

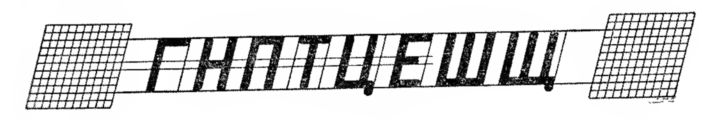


Рис. 140

Буквы первой группы — Г, Н, П, Т, Ц, Е, Ш, Щ (рис. 140) образованы прямолинейными элементами, расположенными горизонтально и под углом 75° к основанию строки. Горизонтальные средние элементы в буквах **Н** и **Е** проходят посредине строки. Верхний элемент буквы **Е** не доводят до конца клетки на величину, равную приблизительно половине толщины линии буквы, а средний элемент имеет ширину $^3/_7h$. Нижние отростки в буквах **Ц** и **Щ** выполняют за счет промежутка между буквами и рядами; отростки выступают за границу параллелограмма на величину толщины линии буквы, т. е. на $^1/_7h$.

Буквы второй группы — А, И, Й, Х, К, Ж, М (рис. 141) также образованы прямолинейными элементами, расположенными горизонтально, под углом 75° к основанию строки и наклонно или диагонально. Особое внимание следует обратить на правильное начертание наклонных элементов.

Буква **А** образуется из двух диагональных элементов, проводимых от середины верхней стороны параллелограмма в левый и правый нижние углы, и горизонтального элемента, проведенного на расстоянии $^1/_3h$ от нижней линии строки.

Нижний наклонный элемент буквы К располагается по диагонали параллелограмма, а верхний проходит из правой вершины параллелограмма в точку, расположенную на его левой стороне на расстоянии $^2/_7h$ от нижней линии строки. По такому же принципу строится буква **Ж**.

Верхний элемент буквы **Й** проходит на высоте $^1/_7h$ в промежутке между строками.

Наклонные элементы буквы **М** сходятся в точке, являющейся точкой пересечения диагоналей клетки. Следует помнить, что ширина буквы **М** меньше ширины буквы **Ж** на $^1/_7h$.



Рис. 141

Буквы третьей группы — Ч, У, Р, Ь, Ъ, Б, В, Я, Ы, Л, Д (рис. 142) образованы прямолинейными элементами, расположенными горизонтально, под углом 75° к основанию строки, наклонными прямолинейными элементами и криволинейными элементами.

Средние горизонтальные элементы во всех буквах расположены посредине строки.

Верхний горизонтальный элемент в буквах **Б** и **В** не доходит до правой стороны параллелограмма на половину толщины обводки, т. е. на $^1/_{14}h$. Горизонтальные элементы в буквах **Р, Ь, Ъ, Б, В, Ы**, где происходит их скругление, выполняют на половину ширины клетки, предназначенной для буквы. Верхний горизонтальный отрезок буквы **Ъ**

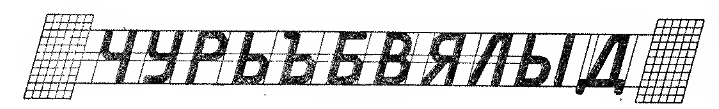


Рис. 142

выполняют за счет промежутка между буквами и выступает он влево на $^1/_7h$. В букве **У** нижний горизонтальный элемент не доходит до левой стороны клетки на $^1/_{14}h$. Обратите внимание на правильное исполнение скругленных элементов в буквах **У** и **Ч**.

В букве **Я** наклонный прямолинейный элемент направлен по диагонали клетки с нижнего левого угла в правый верхний.

Верхний горизонтальный элемент в буквах **Л** и **Д** должен быть равен половине ширины буквы, а передний диагональный элемент проводят от середины верхней стороны параллелограмма в его левый нижний угол. Скругление между верхним горизонтальным и диагональным элементами должно быть незначительным. Отростки в букве **Д** выполняют за счет промежутка между буквами; отростки опускают вниз на толщину обводки ($^1/_7h$) и размещают в просвете между строками.

Буквы четвертой группы — О, С, Э, З, Ю, Ф (рис. 143) в основном состоят из криволинейных элементов. Основой этой группы является буква **О**, состоящая из двух параллельных элементов, сопряженных сверху и снизу криволинейными элементами. Прямолинейные

элементы в букве **О** и в аналогичных других буквах занимают среднюю третью часть клетки. У букв **Э, Ю** горизонтальный элемент расположен посредине строки. Буква **Ф** имеет ширину, равную высоте. Верхний и нижний горизонтальные элементы буквы **Ф** отстоят от крайних линий строки на величину $^1/_7h$. Эти элементы справа и слева замыкаются скруглениями.

Буква **З** не имеет прямолинейных элементов. Верхняя часть буквы не доходит до левой и правой сторон параллелограмма на величину $^1/_{14}h$.



Рис. 143

Конструкция арабских цифр. Цифры в надписях не подразделяют на прописные и строчные. Высота их равна высоте прописных букв шрифта выбранного размера h, а ширина, толщина линий обводки, расстояние между цифрами такие же, как и для прописных букв. Исключение составляет цифра **1**, ширина которой равна $^2/_7h$. Цифры приведены на рис. 144.

По характеру начертания арабские цифры подразделяют на три группы:

1) цифры **1, 4, 7** и знак **№** (номер), состоящие только из прямолинейных элементов;

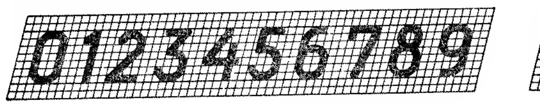


Рис. 144

2) цифра **8**, состоящая из сочетаний криволинейных элементов, и цифры **2** и **3**, состоящие из сочетания прямолинейных и криволинейных элементов;

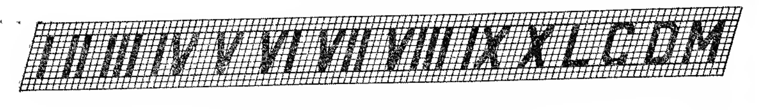
3) цифры **5, 6, 9** и **0**, состоящие из криволинейных элементов и отрезков прямых.

Цифра **1** имеет ширину $^2/_7h$, и ее располагают в нормальном расстоянии от смежных букв и цифры. Короткий наклонный штрих в верхней части, увеличивающий ширину знака до $^2/_7h$, проводят на высоте, равной $^2/_7h$.

У цифры **4** прямолинейный отрезок, идущий по правой стороне параллелограмма, не доводят до верхней линии строки на $^2/_7h$. Горизонтальный отрезок цифры нижней кромкой касается линии, расположенной на расстоянии $^2/_7h$ от нижней линии строки. Этот отрезок выступает на толщину обводки ($^1/_7h$) за пределы основного параллелограмма, в котором находится цифра. Левую наклонную линию цифры **4** проводят из середины верхнего основания строки в точку, расположенную на его левой стороне на расстоянии $^2/_7h$ снизу.

При написании цифры 7 наклонную линию проводят из правой верхней вершины параллелограмма в середину его основания. Длина верхнего отростка цифры в левом верхнем углу равна $^2/_7h$.

Знак № по ширине занимает больше места, чем, например, буква **Ш**. Без кружка он помещается в параллелограмме шириной $^4/_7h$, а по начертанию представляет собой латинскую букву *N*. Кружок вписывается в маленький параллелограмм шириной $^3/_7h$ и высотой $^4/_7h$.



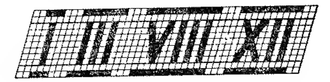


Рис. 145

Цифра **0** по конструкции и размерам одинакова с буквой **О**. Верхняя часть цифр **2** и **8** так же, как и буквы **3**, уже параллелограмма на толщину обводки, т. е. их не доводят до сторон параллелограмма на величину $^1/_{14}h$. Верхний элемент цифры **3** не имеет скруглений, а состоит из горизонтального и наклонного участков.

Нижний элемент цифры **9** и верхний цифры **6** не доводят до сторон параллелограмма на величину $^1/_7h$. На рис. 145 изображены конструкции римских цифр.

КОНСТРУКЦИЯ СТРОЧНЫХ БУКВ РУССКОГО АЛФАВИТА

Из 33 строчных букв стандартного шрифта русского алфавита 16 букв одинаковы по форме начертания с одноименными прописными буквами, а остальные 17 отличаются от них. При изучении написания строчных букв необходимо обратить внимание на часто встречающиеся в них криволинейные элементы.



Рис. 146

Строчные буквы, отличающиеся от прописных, можно разбить на две группы.

К первой группе (рис. 146) относят буквы **и, й, п, т, ш, щ, у**. Основой этой группы является буква и. В буквах группы преобладают прямолинейные элементы, которые занимают приблизительно $^2/_3$ высоты буквы и идут параллельно боковым сторонам параллелограмма. Сверху или снизу прямолинейные элементы плавно сопряжены между собой. Увеличенную ширину имеют буквы **т, ш, щ**. Высота буквы **у**

равна *h*. Нижние отростки букв **и, й, ц, щ** выполняют за счет промежутков. Обратите внимание на правильное исполнение нижнего горизонтального элемента буквы **у**.

Ко второй группе (рис. 147) относят буквы **а, б, в, д, е, р, ф**, в основе построения которых лежит буква **о**. У буквы **е** горизонтальный элемент проходит посредине высоты строки. Увеличенную высоту

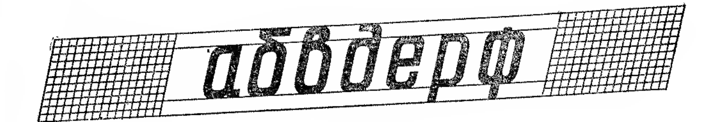


Рис. 147

имеют буквы **б, в, д, ф, р**. У буквы **д** верхний горизонтальный элемент не доходит до сторон параллелограмма на величину $^1/_{14}h$.

Обратите внимание на правильное начертание букв **б** и **в**.

Особое место занимает буква **г**, которая имеет лишь небольшой прямолинейный элемент.

На рис. 148, *а* дан строчной шрифт русского алфавита.

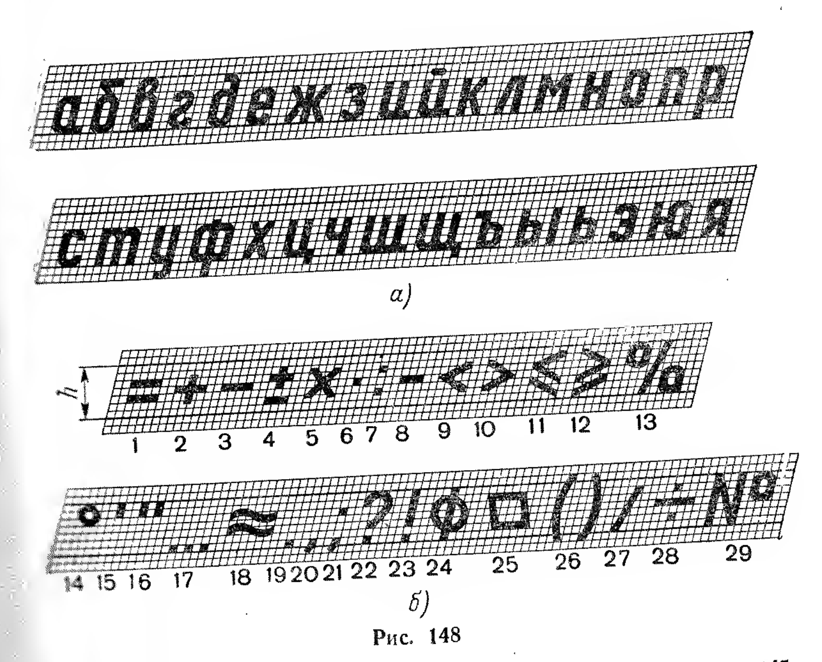


Рис. 148

НАЧЕРТАНИЕ ЗНАКОВ

При выполнении надписей на чертежах и в технических документах одновременно с буквами и цифрами приходится применять знаки препинания, математические символы и др. ГОСТ 2.304—68 устанавливает форму и размеры наиболее часто встречающихся знаков. На рис. 148, *б* показаны знаки и математические символы, нанесенные на вспомогательную сетку, которые применяются при выполнении надписей наклонным шрифтом.

Цифры под знаками означают: 1 — равенство; 2 — плюс; 3 — минус; 4 — плюс—минус; 5 и 6 — умножение; 7 — деление, двоеточие; 8 — тире; 9 — меньше; 10 — больше; 11 — равно или меньше (не более); 12 — равно или больше (не менее); 13 — проценты; 14 — градусы; 15 — минуты; 16 — секунды, кавычки; 17 и 28 — от . . . до; 18 — приблизительно равно; 19 — точка; 20 — запятая; 21 — точка с запятой; 22 — вопросительный знак; 23 — восклицательный знак; 24 — диаметр; 25 — квадрат; 26 — скобки круглые; 27 — черта дроби; 29 — номер и др.

Стандартом допускается применять прямые буквы и цифры (без наклона к основанию строки) при условии сохранения указанных в стандарте размеров. В прямом шрифте конструктивными элементами букв являются отрезки прямой — горизонтальные и вертикальные и дуги окружностей. Вписывание прямых букв и цифр производят в прямоугольную сетку, состоящую из квадратиков. Примеры выполнения надписей прямоугольным шрифтом показаны на рис. 149.

ЦКБММ 712 Контролатель D.03356

Рис. 149

На рис. 150 показана форма прописных и строчных букв латинского алфавита, а на рис. 151 — греческого.

При нанесении букв латинского и греческого алфавитов следует руководствоваться соотношениями между высотой h и остальными размерами букв, принятыми для русского алфавита.

На рис. 152 показаны примеры выполнения надписей цифрами и знаками с наклоном, а на рис. 153 — цифрами и знаками без наклона.

Для выполнения надписей применяют целлулоидные трафареты (нормографы), в которых имеются вырезы в виде параллелограммов (рис. 154). Кроме того, для разметки сетки и букв используют различные шаблоны. Некоторые из этих шаблонов приведены на рис. 155, *а—г*.

При обводке тушью надписей, для того чтобы выдержать одинаковую толщину всех элементов, пользуются стеклянными трубками (рис. 156), различными перьями-воронками, рижскими перьями «Redis» (рис. 157) или специально заточенным рейсфедером. Рижские перья «Redis» выпускаются комплектами по 7 шт. в каждом. Перья обозначены номерами $^1/_2$, $^3/_4$, 1, $1^1/_2$, 2, $2^1/_2$ и 3, что соответствует диаметру пишущего конца в миллиметрах.

ABCDEFGHIJKLMNOPQR
STUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

Рис. 150

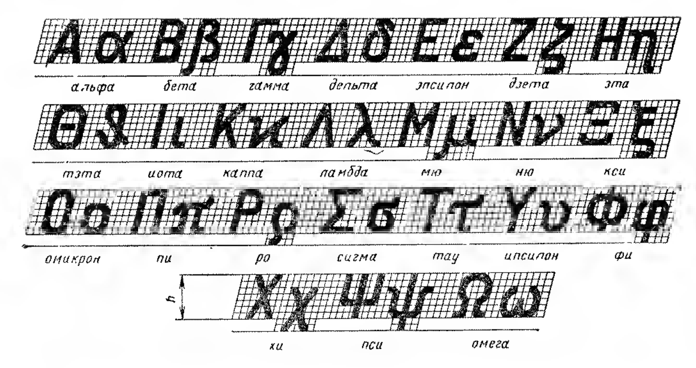
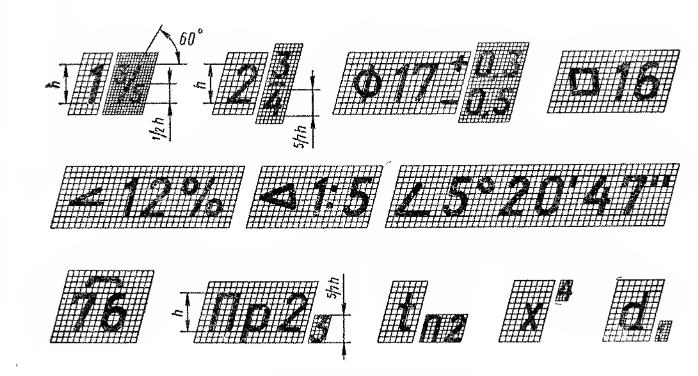


Рис. 151



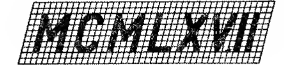


Рис. 152

Ф78 □12 ∠12% ◁1:4

MCDLXIV

Рис. 153

Рис. 154

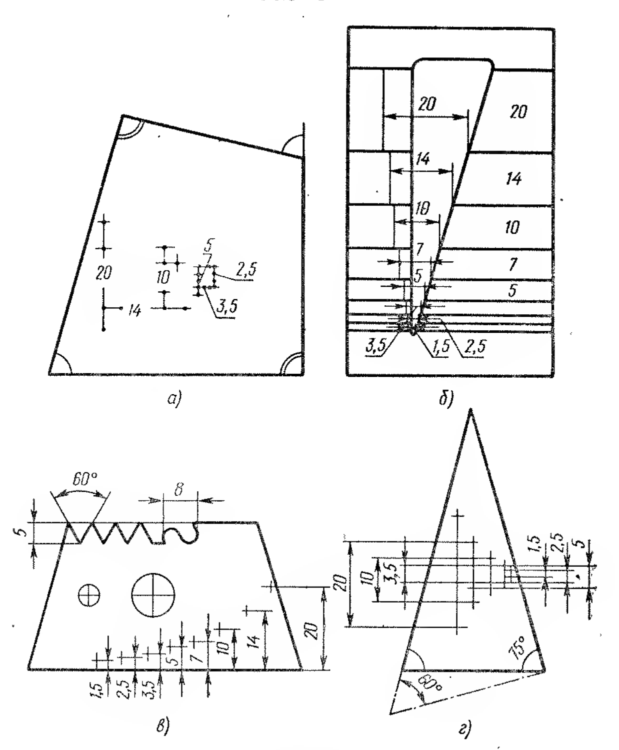


Рис. 155

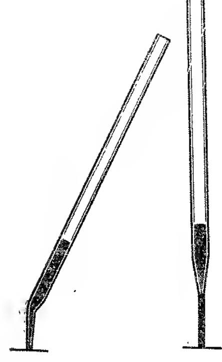


Рис. 156

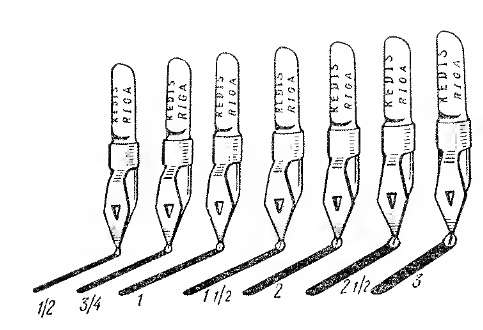


Рис. 157

А Б В Г Д Е Ж З И К Й

М Н О П Р С Т У Ф Х Ц

Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

№ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Рис. 158

а б в г д е ж з и к й

м н о п р с т у ф х ц

ч ш щ ъ ы ь э ю я

Рис. 159

При выполнении надписей на чертежах необходимо знать не только конструкцию букв и цифр, но и наиболее рациональную последовательность их обводки. Как правило, при обводке букв и цифр все вертикальные и наклонные элементы должны проводиться сверху вниз, горизонтальные — слева направо, а закругленные элементы букв выполняются движением вниз и влево или вниз и вправо. На рис. 158, 159 показана наиболее рациональная последовательность обводки букв чертежного шрифта. Стрелками показано направление движения для каждого элемента, а цифрами около стрелок — последовательность начертания элементов. Эти указания следует рассматривать лишь как рекомендацию.

ИЗОБРАЖЕНИЯ — ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ

(по ГОСТу 2.305—68)

Стандарт устанавливает правила выполнения изображений предметов на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Изображения предметов должны выполняться методом прямоугольного проецирования. Изображаемый предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Косоугольное проецирование применяется лишь для построения некоторых видов аксонометрических проекций.

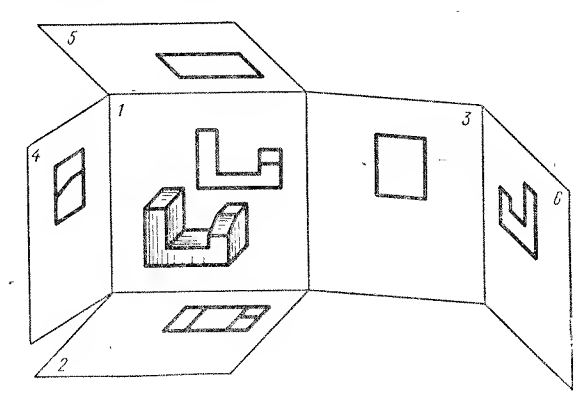


Рис. 160

За основные плоскости проекций принимаются шесть граней куба. Грани куба разворачиваются и совмещаются с плоскостью чертежа так, как показано на рис. 160. Следовательно, на чертеже максимально может быть две фронтальные (передняя *1* и задняя *6*), две горизонтальные (нижняя *2* и верхняя *5*) и две профильные плоскости (правая *3* и левая *4*).

Задняя фронтальная плоскость *6* может быть расположена не только рядом с плоскостью *3*, как показано на рис. 160, но и с левой стороны от плоскости *4*.

На рис. 160 предмет спроецирован на все шесть основных плоскостей проекций, а на рис. 161 показано расположение проекций при совмещении плоскостей с плоскостью чертежа, т. е. с передней фронтальной плоскостью проекций.

Изображение предмета на передней фронтальной плоскости принимается в качестве главного и по отношению к нему, в проекционной связи, располагаются на чертеже все остальные изображения.

Главное изображение должно давать наиболее полное представление

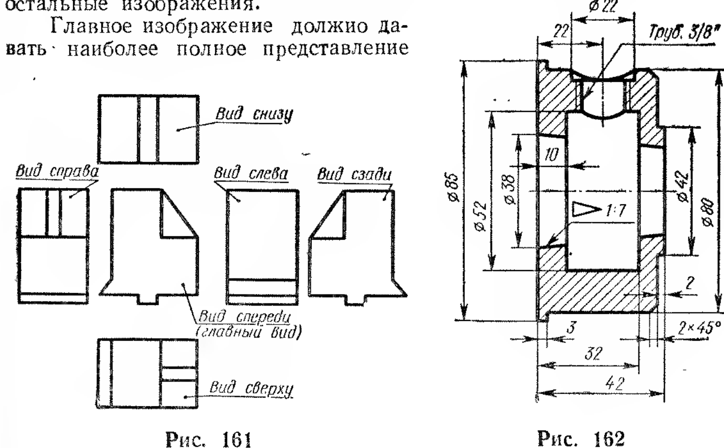


Рис. 161 Рис. 162

о форме и размерах предмета и предопределять минимальное количество изображений, необходимых для раскрытия формы предмета.

При выборе расположения предмета относительно фронтальной плоскости проекций, кроме указанных, учитываются также требования технологического и конструктивного порядков. Например, такие детали, как валы, оси, шпиндели, втулки и др., располагают на главном изображении в соответствии с основной операцией технологического процесса при их изготовлении; штампованные детали располагают на главном изображении соответственно их положению в процессе изготовления на прессах; детали, являющиеся основой изделия (корпуса, крышки, подвески, основания и пр.), изготовляемые литьем и подвергающиеся сравнительно небольшому числу операций механической обработки, располагаются на главном изображении в соответствии с их положением в изделии и т. д.

Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения. Ниже даны определения, классификация и подробная характеристика каждого из этих типов изображений.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть минимальным на чертеже, но вместе с тем и достаточным для полного представления об изображаемом предмете и для полной ясности при чтении чертежа. При этом следует использовать установленные стандартами условные обозначения, надписи и знаки.

На рис. 162 показан пример, когда одного изображения достаточно для определения формы и размеров детали.

Примечание. Кроме указанной системы расположения изображений, получившей название европейской системы (Е), или системы первой четверти, существует в некоторых странах так называемая американская система (А), или система третьей четверти. При этой системе соответствующие плоскости проекций предполагаются расположенными между наблюдателем и предметом.

ВИДЫ

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. С целью сокращения количества изображений допускается на видах штриховыми линиями показывать очертания невидимых частей поверхности предмета (рис. 163). Однако рекомендовать это следует в случаях, когда невидимые очертания предмета не являются сложными.

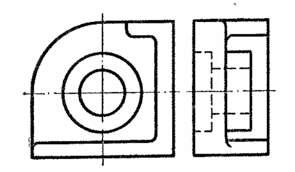


Рис. 163

Виды разделяются на основные, дополнительные и местные. Основными называются виды, полученные проецированием предмета на основные плоскости проекций.

Устанавливаются следующие наименования основных видов (см. рис. 160, 161):

вид спереди (главный вид) — изображение на фронтальной плоскости *1*;
вид сверху — изображение на горизонтальной плоскости *2*;
вид слева — изображение на профильной плоскости *3*;
вид справа — изображение на профильной плоскости *4*;
вид снизу — изображение на горизонтальной плоскости *5*;
вид сзади — изображение на фронтальной плоскости *6*.

Указанное на рисунке расположение видов называется расположением в проекционной связи.

Виды, расположенные в проекционной связи, не надписываются.

В строительных чертежах в необходимых случаях допускается соответствующим основным видам присваивать и другие наименования, например «фасад» (боковой, передний, дворовый фасады и др.). В строительных чертежах допускается надписывать наименование вида с присвоением буквенного или цифрового обозначения.

На чертежах встречаются три случая нарушения проекционной связи в расположении основных видов:

а) какой-либо вид (сверху, слева, справа, снизу или сзади) смещен относительно главного изображения (рис. 164);

б) какой-либо вид отделен от главного изображения другими изображениями (рис. 165);

в) вид расположен не на одном листе с главным изображением (рис. 166).

Во всех этих случаях направление взгляда должно быть указано стрелкой, обозначенной прописной буквой русского алфавита, а соответствующий вид надписывается по типу «Вид А».

Соотношение размеров стрелки, указывающей направление взгляда, должно соответствовать размерам, приведенным на рис. 167. Размер шрифта буквенных обозначений берется примерно в 2 раза бóльшим

размера цифр размерных чисел. Надпись подчеркивается тонкой сплошной линией.

В том случае, когда отсутствует изображение, на котором может быть стрелкой показано направление взгляда, название вида следует полностью надписать, например «Вид сзади».

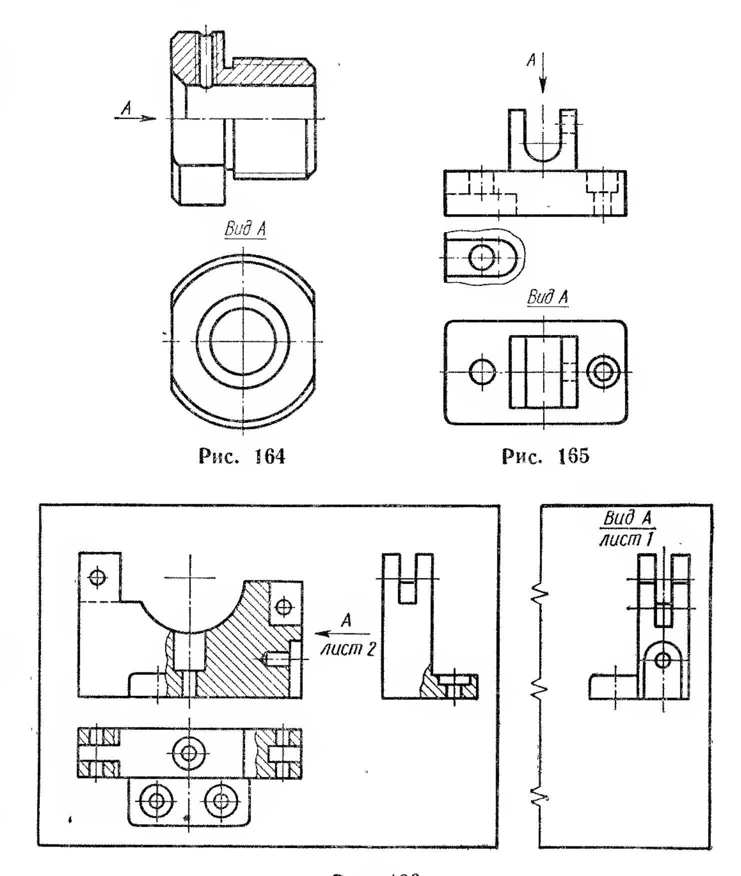


Рис. 164 Рис. 165

Рис. 166

В строительных чертежах допускается направление взгляда указывать двумя стрелками (аналогично указанию положения секущих плоскостей в разрезах). В строительных чертежах независимо от расположения видов допускается надписывать название и обозначение вида без указания направления взгляда стрелкой, если направление взгляда определяется названием или обозначением вида.

Дополнительными называются виды, полученные проецированием предмета на плоскости, не параллельные основным плоскостям проекций.

Дополнительные виды применяют в тех случаях, когда какую-либо часть предмета невозможно показать проецированием на основные плоскости проекций без искажения ее формы и размеров.

На рис. 168, 169 изображены детали с наклонно расположенными элементами. При проецировании на основные плоскости проекций эти элементы искажаются (отверстия изображаются эллипсами, искажаются размеры и пр.). Чтение искаженных элементов затруднительно. В этих случаях рекомендуется наклонные элементы предметов проецировать на параллельные им плоскости, т. е. получать дополнительные виды.

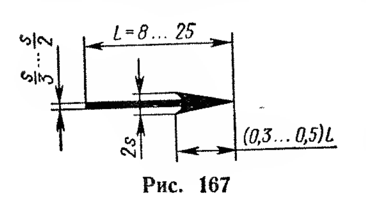


Рис. 167

Дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже надписью типа «Вид А» (рис. 168, *б*), а у связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (стрелка *А*, рис. 168, *б*).

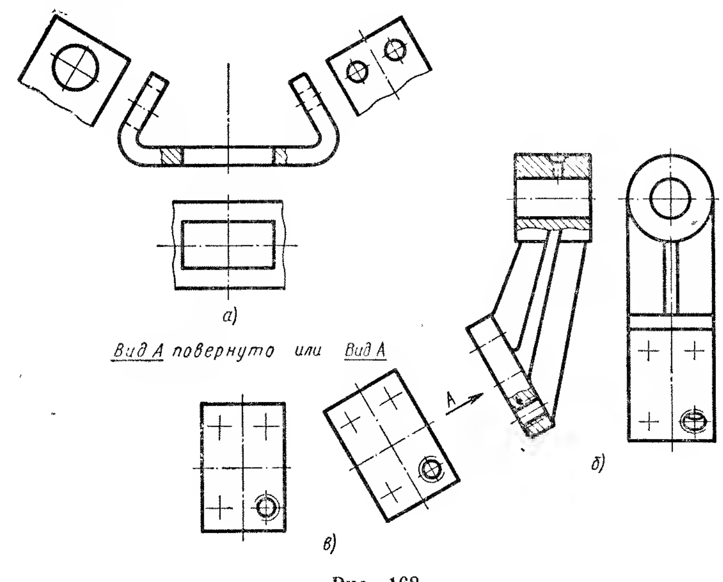


Рис. 168

Если дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с изображением, стрелку и надпись над видом не наносят (рис. 168, *а*).

На рис. 168, 169 изображены различные случаи расположения дополнительных видов. Предпочтительно располагать их так, как показано на рис. 169, *в*. Менее предпочтительным является расположение, показанное на рис. 168, *б*.

Для удобства чтения чертежа дополнительный вид допускается повертывать, но с сохранением, как правило, положения, принятого для данного предмета на главном изображении; при этом к надписи добавляется слово «повернуто» (рис. 168, *в*, 169, *г*).

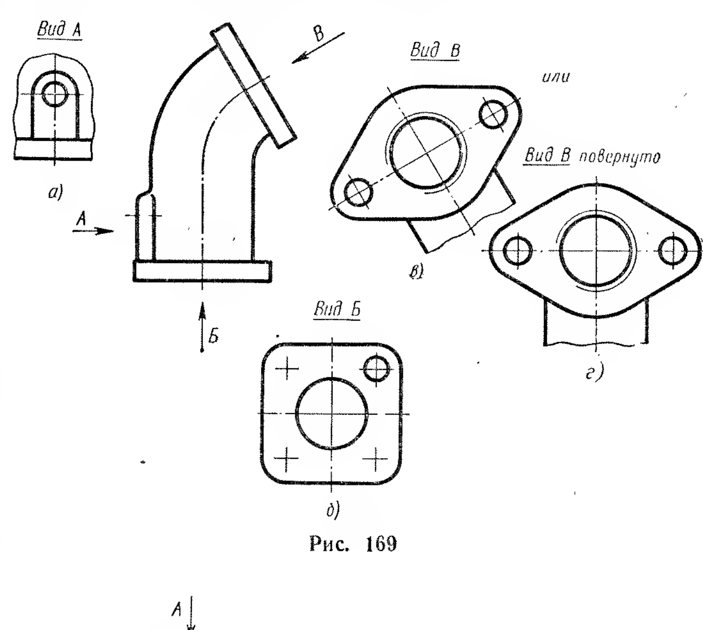


Рис. 169

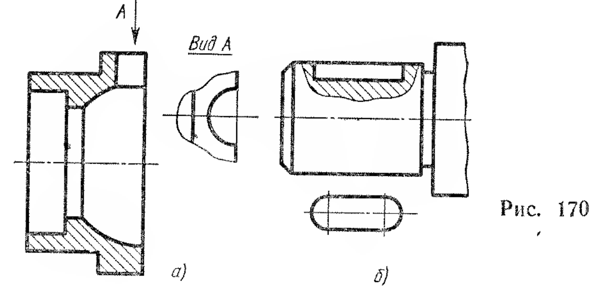


Рис. 170

Местным видом называется изображение отдельного, узко ограниченного места на поверхности предмета (рис. 169, *д* и 170, *а*, *б*).

Допускается два случая оформления местного вида:

а) местный вид вычерчивают вместе с частью поверхности предмета, на которой находится изображаемый участок. В этом случае местный вид ограничен сплошной волнистой линией (рис. 169, *д* и 170, *а*)

б) изображаемый элемент предмета вычерчивают только по его контуру, без дополнительного указания части поверхности предмета, лежащей за этим контуром. В этом случае волнистую линию не проводят (рис. 169, *б* и 170, *б*).

И в том и в другом случаях местный вид надписывают подобно дополнительному, т. е. стрелкой указывают направление взгляда, а местный вид отмечают надписью типа «Вид Б» (рис. 169, *б*).

В случаях, подобных изображенному на рис. 170, *б*, местные виды допускается не надписывать, т. е. когда местные виды расположены в непосредственной проекционной связи с изображением.

Для удобства и быстроты чтения чертежа рекомендуется местные виды располагать вблизи исходного изображения.

РАЗРЕЗЫ

На рис. 171 изображена деталь со сложным внутренним строением. Переплетение штриховых линий затрудняет чтение чертежа детали. Для того чтобы раскрыть внутреннее строение предмета, применяют условный прием, получивший наименование «способ разрезов».

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (рис. 172).

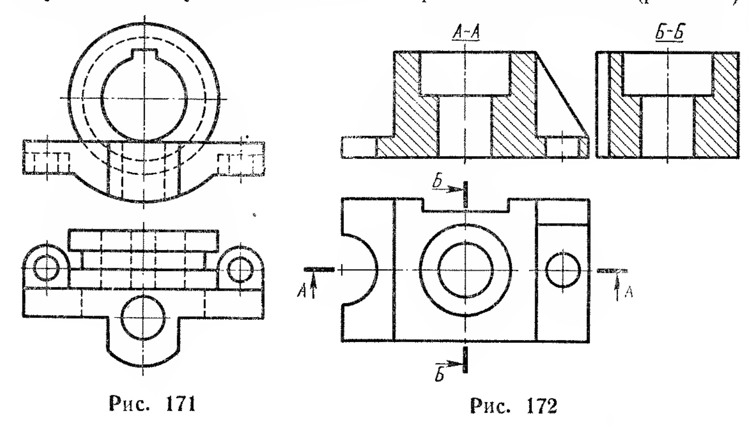


Рис. 171 Рис. 172

Сущность разреза, вытекающая из его определения, заключается в следующем:

а) в определенном месте предмета мысленно проводят секущую плоскость;

б) часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно отбрасывают;

в) оставшуюся часть проецируют на соответствующую плоскость проекций и изображают на месте одного из основных видов или на свободном поле чертежа;

г) в случае необходимости оформляют разрез соответствующей надписью.

Пример последовательности выполнения разреза показан на рис. 173. Деталь рассечена плоскостью σ, параллельной фронтальной плоскости проекций. Часть предмета *Б*, ближайшая к наблюдателю, мысленно отброшена, а оставшаяся часть *А* спроецирована на фронтальную плоскость проекций и изображена на месте главного вида. Часть предмета, попавшая в разрез, заштрихована. Эта часть называется сечением. Следовательно, разрез состоит из заштрихованной части — сечения и незаштрихованной части предмета, лежащей за секущей плоскостью.

Следует помнить, что разрез является изображением условным. Условность заключается в том, что проведение секущей плоскости, удаление части предмета, изображение оставшейся части — все эти действия проводятся мысленно.

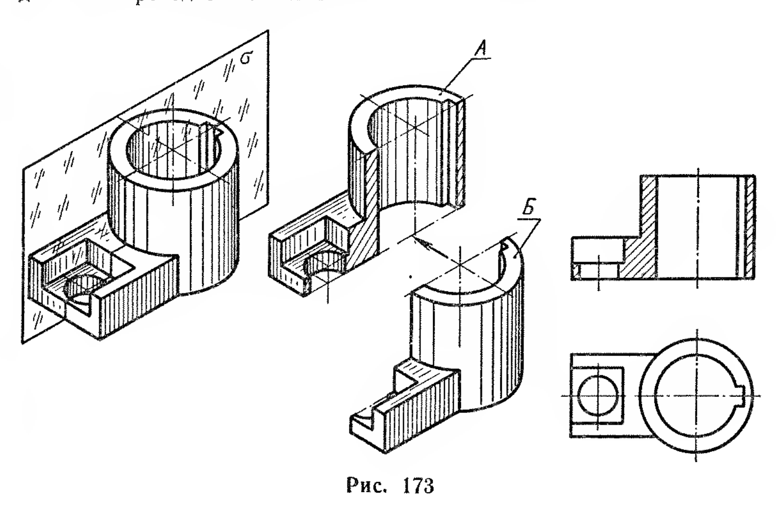


Рис. 173

Для разрезов действует принцип независимости, заключающийся в том, что мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. Например, на рис. 172 разрез, расположенный на месте вида спереди, выполнен фронтальной плоскостью, разрез, совмещенный с видом слева, выполнен профильной плоскостью, а на виде сверху изображение детали дано без разреза. Следовательно, каждому разрезу соответствует особая секущая плоскость, причем эти плоскости между собой не связаны, один разрез от другого не зависит.

Классификация разрезов

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяются на:

горизонтальные — секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (например, разрез *А—А* на рис. 174, разрез на рис. 175, разрезы *А—А* и *Б—Б* на рис. 176);

вертикальные — секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (например, разрезы на месте главного вида, рис. 172, 173, 176, *б*; разрез вертикальный на свободном месте поля чертежа, рис. 177);

наклонные — секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого (например, разрез *А—А* на рис. 178).

Б-Б

А-А

а)

б)

Рис. 174

Рис. 175

Рис. 176

А-А

Рис. 177

А-А

А-А

А-А повернуто

а)

д)

Рис. 178

Б-Б

А-А

Рис. 179

А-А

Рис. 180

А-А

Рис. 181

А-А

Б-Б

Рис. 182

А-А

Рис. 183

Из группы вертикальных разрезов выделяют два наиболее часто встречающихся: фронтальный — секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (например, разрезы на рис. 173, 176, *б*, разрез *А—А* на рис. 172), и профильный — секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (например, разрез *Б—Б* на рис. 172).

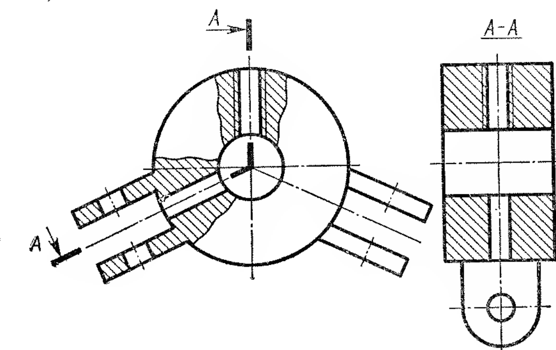


Рис. 184

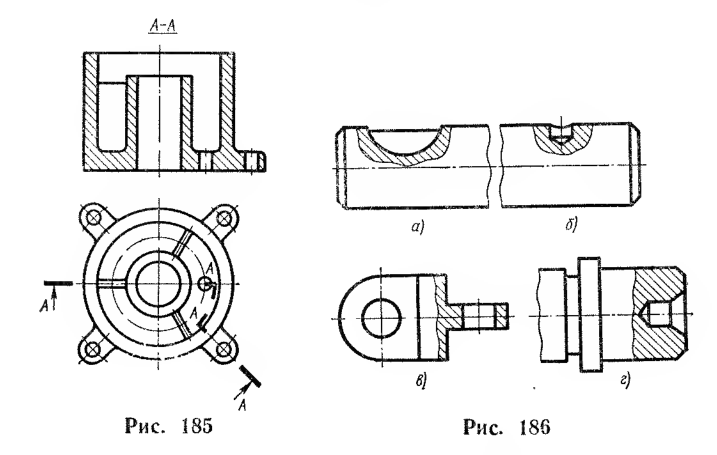


Рис. 185 Рис. 186

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на:

простые — при одной секущей плоскости (например, разрезы на рис. 172—178);

сложные — при нескольких секущих плоскостях (рис. 179—185). Из группы сложных разрезов выделяют:

ступенчатые, если секущие плоскости между собой параллельны (например, разрезы *А—А* на рис. 179, 180, 182);

ломаные, если секущие плоскости пересекаются под углом, как правило, отличным от прямого (например, разрезы *А—А* на рис. 181, 183, 184, разрезы *Б—Б* на рис. 179 и 182);

радиальные, если группа секущих плоскостей проходит через ось предмета (например, разрез *А—А* на рис. 185);

комбинированные, представляющие собой сочетание ступенчатого и ломаного разрезов.

В зависимости от направления секущей плоскости относительно длины или высоты предмета разрезы разделяются на:

продольные, если секущая плоскость направлена вдоль длины или высоты предмета (например, разрез на рис. 173);

поперечные, если секущая плоскость направлена перпендикулярно к длине или высоте предмета (например, разрез *А—А* на рис. 174, разрезы *А—А*, *Б—Б* на рис. 176, *а*).

В зависимости от полноты произведенного разреза они разделяются на полные и местные. Разрезы, приведенные на рис. 172—185 — полные, а местные разрезы изображены на рис. 186, *а*, *б*, *в*, *г*.

Более подробно рассмотрим отдельные виды разрезов.

Простые разрезы

Фронтальным и профильным разрезам придают положение, принятое для данного предмета на главном изображении. Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов. Например, на рис. 172 и 173 простой полный фронтальный разрез расположен на месте вида спереди, а простой полный профильный разрез (рис. 172) — на месте вида слева.

При выполнении разреза расположение секущей плоскости на изображениях показывают линией сечения (за исключением случаев, оговоренных ниже).

Для линии сечения применяют разомкнутую линию, состоящую из начального и конечного штрихов, длина которых берется в пределах 8—12 мм, а толщина 1,5*s*, где *s* — толщина линии видимого контура на чертеже.

Штрихи не должны пересекать контур изображения. На начальном и конечном штрихах ставят стрелки, указывающие направление взгляда (проецирования), например, рис. 172, 174, 177; стрелки должны наноситься на расстоянии 2—3 мм от конца штриха, и величина их должна быть несколько крупнее стрелок размерных линий на том же чертеже.

У начала и конца линии сечения с внешних сторон стрелок ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Размер букв должен быть примерно в 2 раза крупнее шрифта размерных чисел на чертеже.

Разрез отмечают надписью из двух одинаковых букв, которыми обозначена линия сечения, разделенных тире и подчеркнутых сплошной тонкой линией (например, разрез <u>*Б—Б*</u> на рис. 172 и разрез <u>*А—А*</u> на рис. 174).

При выполнении разрезов (рис. 187, *а*, *б*), образованных одной секущей плоскостью, но имеющих противоположное направление проецирования, рекомендуется использовать одну линию сечения, причем стрелки направлены в разные стороны и отмечены разными прописными буквами русского алфавита.

В строительных чертежах у линии сечения взамен букв допускается применять цифры, а также надписывать наименования разреза с присвоением ему буквенного или цифрового обозначения.

Простые наклонные или вертикальные разрезы в случаях, когда секущая плоскость не параллельна фронтальной или профильной

плоскостям проекций, должны располагаться в соответствии с направлением взгляда, указанным стрелками на линии сечения. Эти изображения могут располагаться и на свободном месте поля чертежа.

На рис. 178, *а* изображен простой наклонный разрез детали плоскостью *А—А*; изображение *1* предпочтительнее изображения *2*.

Допускается располагать наклонный разрез с поворотом изображения (см. рис. 178, *б*). В этом случае к надписи добавляют слово «повернуто» (без подчеркивания). На рис. 177 показан пример оформления разреза, выполненного вертикальной плоскостью.

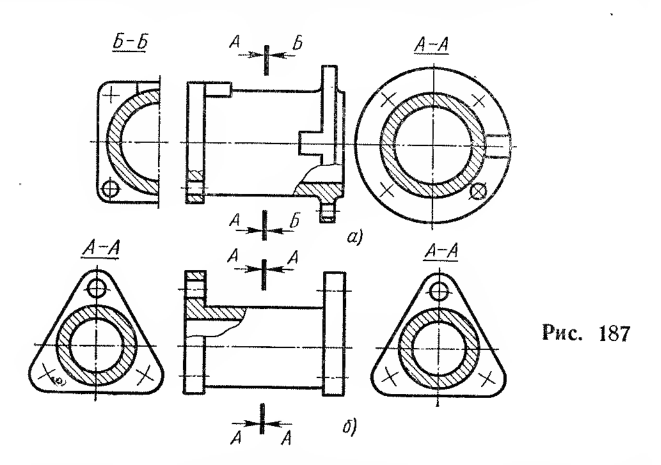


Рис. 187

При выполнении простых горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов в случаях, когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, положение секущей плоскости не отмечают и разрез надписью не сопровождают. Например, на рис. 176, *б* выполнен простой фронтальный разрез, у которого направление секущей плоскости совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом. Поэтому положение секущей плоскости не отмечено и разрез не надписан. Аналогичный пример дан на рис. 173.

В случаях, приведенных на рис. 172, 174, 176, *а*, плоскость обозначена и разрез надписан, так как положение секущей плоскости не совпадает с осью симметрии предмета в целом.

Сложные разрезы

К сложным относят ступенчатые, ломаные, радиальные и комбинированные разрезы.

Ступенчатые разрезы выполняют несколькими плоскостями, параллельными друг другу.

На рис. 179 изображен полный горизонтальный ступенчатый разрез, выполненный двумя плоскостями, параллельными горизонтальной плоскости проекций. На рис. 182 изображен полный фронтальный ступенчатый разрез, а на рис. 180 — полный профильный ступенчатый разрез.

В ступенчатых разрезах секущие плоскости условно совмещают в одну плоскость и изображение строится так, как если бы все данные сечения принадлежали одной секущей плоскости.

На рис. 179, 181—184 изображены ломаные разрезы. На ломаных разрезах наклонные секущие плоскости условно повертывают до совмещения в одну плоскость. Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида. Например, на рис. 179 и 181 вертикальная плоскость повернута до совмещения с фронтальной и разрез помещен на месте вида спереди.

Направление поворота наклонных секущих плоскостей может совпадать (см. рис. 179) и не совпадать (см. рис. 181) с направлением взгляда (проецирования).

При повороте секущей плоскости элементы предмета, не лежащие непосредственно в поворачиваемой плоскости, а расположенные за ней, не должны смещаться на угол поворота, т. е. они проецируются, как при обычных разрезах (вертикальных, горизонтальных или профильных).

Например, на рис. 183 прямоугольный выступ на детали и шпоночный паз не смещены на угол поворота и проецируются, как при обычном фронтальном разрезе.

При повороте секущей плоскости элементы предмета, не лежащие непосредственно в ней, но базирующиеся на эту секущую плоскость, следует отводить в совмещаемую плоскость. Пример показан на рис. 184, где ушко детали, базирующееся на секущую плоскость, развернуто вместе с ней и изображено в таком положении.

Пример радиального разреза показан на рис. 185.

Линия сечения для сложных разрезов состоит из начального и конечного штрихов и перегибов в местах перехода плоскостей. Правила вычерчивания линии сечения и оформления ее те же, что и для простых разрезов. Отмечать перегибы линии сечения буквами следует только в тех случаях, когда на одном изображении встречаются несколько сложных разрезов и существует опасность ошибки в определении секущих плоскостей (см. рис. 182).

Местные разрезы

Местным называется разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте.

Местные разрезы выделяются на виде сплошной волнистой линией толщиной $s/2$—$s/3$. На рис. 186, *а* местным разрезом выявлен паз для сегментной шпонки, на рис. 186, *б* — гнездо для стопорного винта, на рис. 186, *г* — центровое отверстие и т. д.

Волнистая линия, ограничивающая местный разрез, не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

Местный разрез, как правило, не обозначается, так как положение секущей плоскости, производящей местный разрез, обычно сомнений не вызывает.

Соединение частей вида и разреза в одном изображении

Для экономии объема графических работ допускается соединять в одном изображении часть вида и часть соответствующего разреза, разделяя их сплошной волнистой линией (**рис. 188**), при этом безраз-

лично, какое из этих изображений (вид или разрез) займут бо́льшую или меньшую часть проекции.

Если соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией

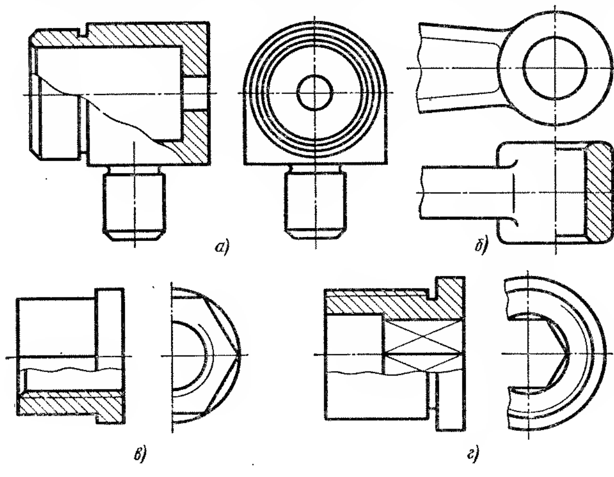


Рис. 188

служит ось симметрии (штрих-пунктирная тонкая линия). Разрез при этом, как правило, располагают справа или снизу от оси изображения.

На рис. 189 изображено сочетание вида с разрезом на двух основных плоскостях проекций. Главное изображение на фронтальной плоскости проекций есть сочетание вида спереди и полного простого фронтального разреза, а изображение на профильной плоскости — сочетание вида слева с простым полным профильным разрезом.

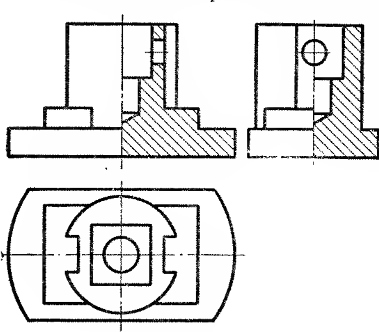


Рис. 189

Указание невидимого контура внутренних поверхностей предмета с помощью штриховых линий при сочетании вида с разрезом чаще всего бывает излишним.

На рис. 188, 189 невидимые внутренние поверхности рассеченных частей детали на части вида не изображены. В тех случаях, когда линия контура детали, например ребро, совпадает с осью симметрии, границей между частью вида и частью разреза должна служить не осевая линия, а сплошная волнистая, проводимая рядом с осевой (рис. 188, *в*, *г*).

Допускается также разделение разреза и вида штрих-пунктирной тонкой линией, которая совпадает со следом плоскости симметрии

не всего предмета, а лишь его части, представляющей тело вращения (рис. 188, *б*).

В одном изображении допускается соединять четверть вида и четверти трех разрезов; четверть вида, четверть одного разреза и половину другого и т. п. при условии, что каждое из этих изображений в отдельности симметрично.

СЕЧЕНИЯ

Сечением называется изображение фигуры, получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. В сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости (рис. 190, *а*). На рис. 190, *а* показано отличие разреза от сечения.

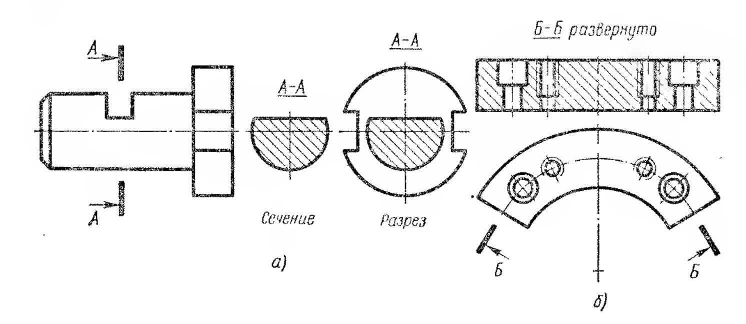


Рис. 190

Допускается в качестве секущей применять цилиндрическую поверхность, развертываемую затем в плоскость (рис. 190, *б*).

Сечения разделяются на входящие и не входящие в состав разреза. Сечения, входящие в состав разреза, были рассмотрены выше.

Сечения, не входящие в состав разреза, по месту своего расположения разделяются на **наложенные** и **вынесенные**.

Вынесенным называется сечение, расположенное вне контура основного изображения, а **наложенным** — сечение, расположенное на проекции предмета. Предпочтительно применять вынесенные сечения. Различают простые сечения, выполняемые одной секущей плоскостью, и сложные, выполняемые двумя и бо́льшим числом секущих плоскостей. Наиболее часто применяются простые сечения.

Рассмотрим подробнее выполнение каждого типа сечения.

Вынесенные сечения

Контур вынесенного сечения выполняют сплошной основной линией, равной толщине линии обводки контура предмета. Сечение штрихуют под углом 45° к основной надписи чертежа.

Вынесенное сечение можно располагать на продолжении следа секущей плоскости, вблизи от исходного изображения (рис. 191, *а* и *б*), в разрыве между частями изображения (рис. 192) или на свободном месте поля чертежа (рис. 191, *в*).

Если вынесенное сечение имеет симметричную форму и расположено вблизи изображения на продолжении следа секущей плоскости,

то линию сечения выполняют штрих-пунктирной тонкой линией, буквами не обозначают и сечение не надписывают (рис. 191, *а*).

Не изображают линию сечения и сечение не надписывают в случае, если сечение симметричной формы расположено в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 192, *а*).

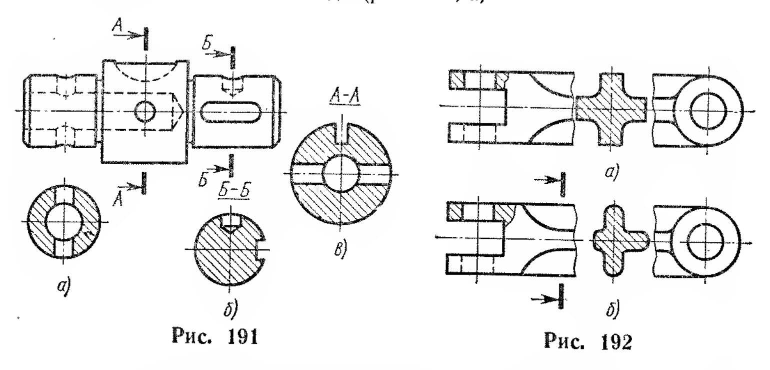


Рис. 191 **Рис. 192**

Если сечение симметричной формы расположено на свободном месте поля чертежа, то для линии сечения применяют разомкнутую линию с указанием стрелками направления взгляда и обозначают ее

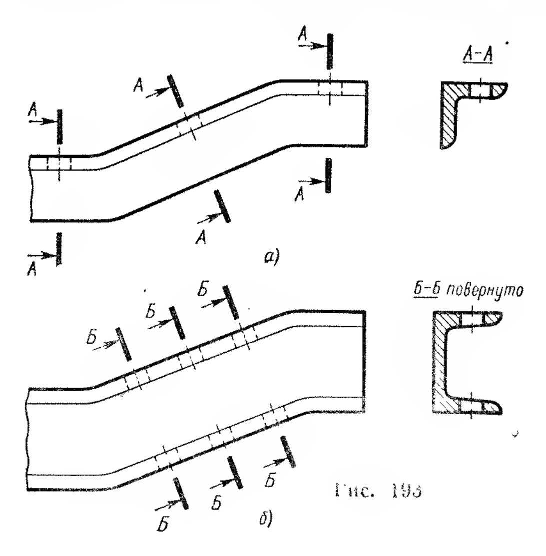


Рис. 193

одинаковыми прописными буквами русского алфавита (в строительных чертежах — прописными или строчными буквами русского алфавита или цифрами). Сечение сопровождают надписью по типу $\underline{A—A}$ (рис. 191, *в*). В строительных чертежах допускается надписывать название сечения.

В строительных чертежах при сечениях симметричной формы применяют разомкнутую линию с обозначением ее, но без стрелок, указывающих направление взгляда.

Если сечение имеет несимметричную форму, то на машиностроительных чертежах обязательно для линии сечения применяют разомкнутую линию и сечение надписывают (рис. 191, *б*). Исключение составляют несимметричные сечения, расположенные в разрыве изображения (рис. 192, *б*). В этом случае линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

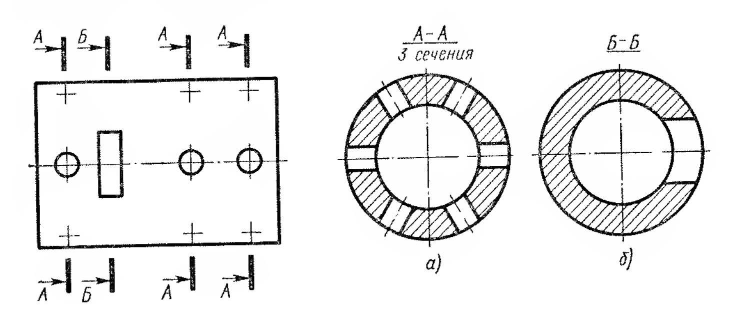


Рис. 194

Сечения по построению и расположению должны соответствовать направлению, указанному стрелками (рис. 191, *б*, 192, *б*). Допускается поворачивать сечение с добавлением к надписи слова «повернуто» (рис. 193, *б*).

Если несколькими положениями секущей плоскости получают одинаковые фигуры сечения с одними и теми же размерами, то вычерчивают лишь одно сечение и все линии сечения обозначаются одинаковыми буквами (рис. 193, *б*). В надписи допускается указывать количество сечений (рис. 194, *а*). Если при этом секущие плоскости направлены под разными углами (рис. 193, *а*), то надпись «повернуто» не наносят.

Когда расположение одинаковых сечений точно определено изображением или размерами, допускается наносить одну линию сечения, а над изображением сечения указывать количество сечений.

При выполнении сечений секущие плоскости следует выбирать так, чтобы получать нормальные поперечные сечения.

Наложенные сечения

Наложенные сечения располагают на самом изображении и обводят по контуру тонкими сплошными линиями толщиной $s/2—s/3$ (рис. 195, *а*, 196). Наложенные сечения штрихуют в том направлении, в котором произведена штриховка разрезов на изображении данного предмета.

Если наложенное сечение имеет симметричную форму, то линия секущей плоскости изображается тонкой штрих-пунктирной линией (рис. 195, *а*).

Для несимметричных наложенных сечений линию сечения изображают разомкнутой линией со стрелками, указывающими направление взгляда, но сечение не надписывают (рис. 196).

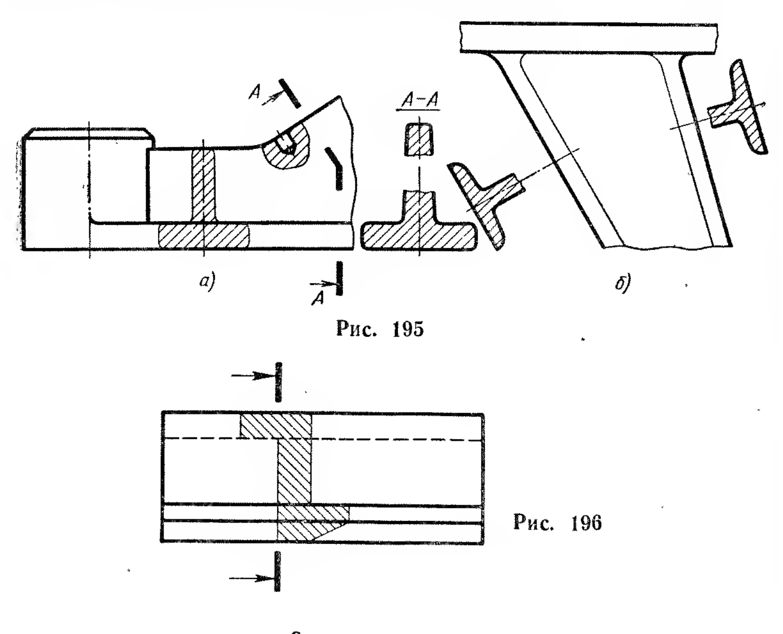


Рис. 195

Рис. 196

Сложные сечения

Сложные сечения образованы двумя или бо́льшим числом секущих плоскостей. Сложные сечения необходимо применять тогда, когда рассекаемые элементы предмета, например грани, не параллельны друг другу. Пример подобных сечений изображен на рис. 195, *а* и *б*.

Некоторые особенности выполнения сечений

Выше упоминалось, что в сечении указывают лишь то, что непосредственно находится в секущей плоскости. Однако в некоторых случаях из этого правила делают исключения. Если секущая плоскость

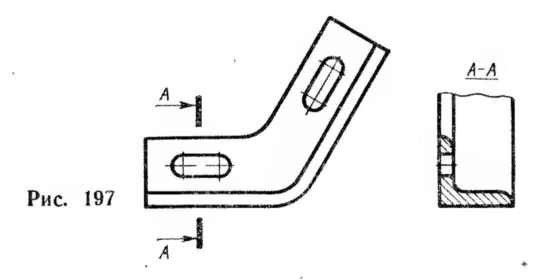


Рис. 197

проходит через ось отверстия или углубления, ограниченного поверхностью вращения, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью. На рис. 191 в сечениях по *А—А* и *Б—Б* контуры цилиндрических отверстий показаны полностью, а контуры шпоночной канавки, не имеющей форму тела вращения, не показаны.

Если секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрез (рис. 197).

Выносные элементы

Выносной элемент — это дополнительное отдельное изображение какой-либо части предмета, требующей пояснения в отношении формы, размеров и иных данных.

Выносной элемент вычерчивается в более крупном масштабе с нанесением всех необходимых размеров и вычерчиванием подробностей, которые не могут быть указаны на основном изображении.

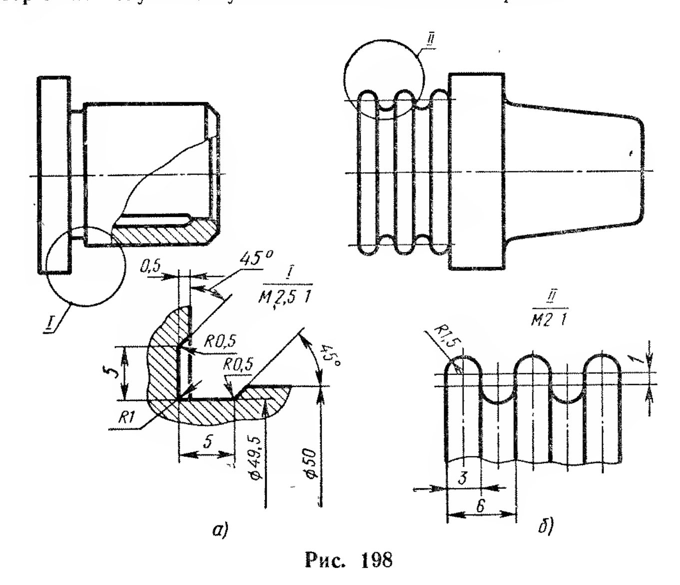


Рис. 198

Выносной элемент может отличаться от соответствующего изображения и по содержанию, т. е. исходное изображение может быть видом, а выносной элемент разрезом и др. (рис. 198, *а*). Рекомендуется выносные элементы вычерчивать на свободном месте поля чертежа и возможно ближе к соответствующему месту на изображении предмета.

Для оформления выносного элемента необходимо соответствующее место на исходном изображении (виде, разрезе, сечении) выделить замкнутой сплошной тонкой линией — окружностью или овалом (рис. 198, *б*). От этой линии проводят линию-выноску, на полке которой указывают римскую цифру, обозначающую порядковый номер выносного элемента.

В выносном элементе эта часть предмета изображается с необходимыми подробностями и над изображением выполняется надпись, в которой указаны порядковый номер элемента и масштаб его выполнения $\left(\text{например, } \frac{\text{I}}{\text{M5:1}}\right)$.

В строительных чертежах выносной элемент на изображении допускается также отмечать фигурой или квадратной скобкой или графически не отмечать. У изображения, откуда элемент выносится, и у выносного элемента допускается также наносить присвоенное выносному элементу буквенное или цифровое (арабскими цифрами) обозначение и название.

Условности и упрощения

При выполнении чертежей для экономии времени, места и для большой выразительности чертежа рекомендуется по ГОСТу 2.305—68 применять условности и упрощения. Рассмотрим эти условности и упрощения:

1. Если изображение (вид, разрез или сечение) представляет симметричную фигуру, то допускается вычерчивать половину изображения (рис. 199, *а*) или немногим более половины (рис. 199, *б*). В последнем случае изображение ограничивают линией обрыва.

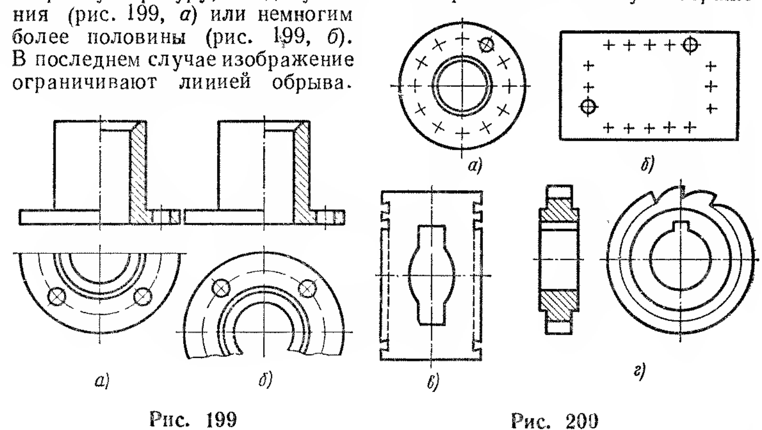


Рис. 199 Рис. 200

2. Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов (например, отверстий, пазов, зубьев, шлицев и т. п.), то рекомендуется полностью вычерчивать один-два таких элемента, а остальные показывать условно или упрощенно. На рис. 200, *а—г* даны примеры подобных изображений. Отверстия, кроме одного-двух, изображаются пересечением штрихов, при этом если между несколькими расположенными по окружности элементами угол не указан, то условно принимают, что эти элементы расположены равномерно. Допускается изображать часть предмета (например, часть маховика — рис. 201, *а*, одну спицу — рис. 201, *б*) с указанием количества элементов, их расположения и т. п.

3. Допускается упрощенно изображать проекции линий пересечения поверхностей, если не требуется точного их построения. Например, вместо лекальных кривых проводят дуги окружности или прямые

а) б)

Рис. 202

а) б)

Рис. 204

а) б) 6 спиц 5 спиц

Рис. 201

а) б) в) г) д)

Рис. 203

линии. На рис. 202, *а* в пересечении двух цилиндрических поверхностей получается кривая четвертого порядка, которая условно построена как дуга окружности, а на рис. 202, *б* вместо гиперболы, получающейся в пересечении конуса плоскостью, на головке шатуна вычерчена прямая линия.

4. Плавный переход от одной поверхности к другой изображают условно сплошной тонкой линией, не доходящей до контура изображения (рис. 203, *д*), или совсем не показывают (рис. 203, *а, б, в, г*).

5. Допускаются упрощения при показе пересечения двух цилиндрических поверхностей, оси которых взаимно перпендикулярны (рис. 204, *а*), пересечение призматической поверхности с цилиндрической (рис. 204, *б*) и др. Из рисунков видно, что если размеры прямоугольных

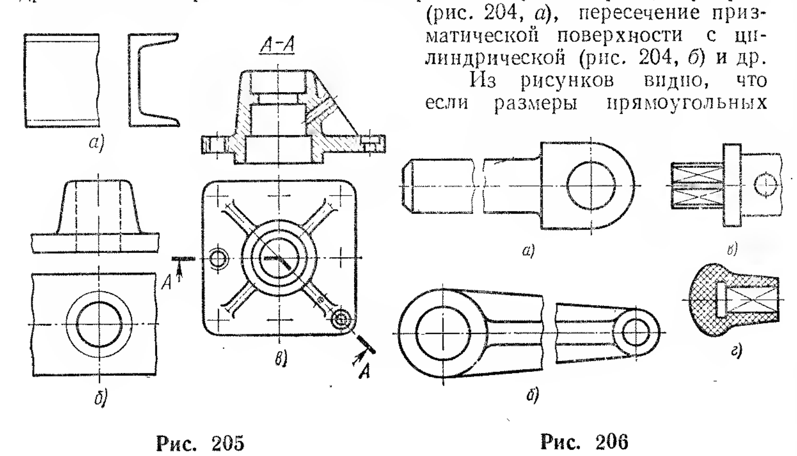


Рис. 205 **Рис. 206**

и круглых отверстий невелики, то линию пересечения можно не указывать.

6. Такие детали, как винты, заклепки, шатуны, штоки, сплошные валы, рукоятки, клинья, шпонки, шпиндели, балки, цепи, контакты, зубья, болты, шпильки и т. п., в продольном разрезе условно показывают нерассеченными. В поперечных разрезах эти же элементы и детали показывают рассеченными и штрихуют по общим правилам. Шарики во всех случаях показывают нерассеченными.

На сборочных чертежах, как правило, нерассеченными показывают гайки и шайбы под них.

Такие элементы, как спицы маховиков, шкивов, колес, тонкие стенки, ребра жесткости и т. п., показывают рассеченными, но условно не штрихуют и отделяют от остальной части предмета сплошной основной линией (рис. 205, *в*), если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны элемента. Если в подобных элементах деталей имеются сверления, углубления, пазы и т. п., то их следует показывать с помощью местных разрезов (рис. 205, *в*).

7. Такие элементы деталей, как фаски, отверстия, пазы, углубления и т. п., а также тонкие пластины, если их размер или разница в размерах менее 2 мм, следует изображать с отступлением от масштаба, принятого для всего изображения, в сторону увеличения.

8. Незначительную конусность или уклон изображают на чертеже с увеличением.

На изображениях, где незначительная конусность или уклон отчетливо не выявляются, проводят только одну линию, соответствующую меньшему размеру элемента с уклоном или меньшему основанию конуса (рис. 205, *а, б*).

9. При необходимости выделения на чертеже плоских поверхностей предмета на них проводят диагонали тонкими сплошными линиями (рис. 206, *в, г*).

10. При изображении предметов или их отдельных элементов, имеющих постоянное (рис. 206, *а*) или закономерно изменяющееся (рис. 206, *б*) поперечное сечение (например, валы, прутки, фасонный прокат, шатуны, рычаги, цепи и т. д.) на значительной длине, допускается взамен целого изображения вычерчивать изображения с раз-

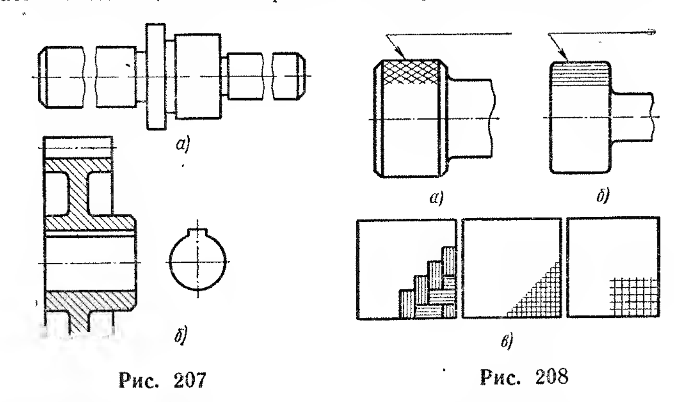


Рис. 207 **Рис. 208**

рывами, т. е. условно удалять среднюю часть детали или элемента. На изображении может быть один или несколько разрывов (рис. 206, *а, б* и 207, *а*).

11. При изображении предметов, имеющих сплошную сетку, накатку, плетенку, орнамент, рельеф и т. п., допускается изображать эти элементы лишь частично с возможным упрощением. Накатку на чертежах изображают прямыми тонкими линиями с одинаковым расстоянием между ними; для прямой накатки линии проводят параллельно оси (рис. 208, *б*), а для сетчатой — под углом 30° (рис. 208, *а*). Условное обозначение накатки по стандарту записывают на полке линии-выноски.

Для стандартной накатки профиль ее на чертеже выносить не следует, а для нестандартной профиль выносится в виде выносного элемента.

На рис. 208, *в* показано изображение плетенки и сетки.

12. Для упрощения чертежа и сокращения количества изображений допускается:

а) часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью, изображать штрих-пунктирной утолщенной линией непосредственно на разрезе. Такое изображение называется «наложенной проекцией» (рис. 209);

б) применять сложные размеры. На рис. 185 изображен сложный радиальный разрез;

в) изображать отверстия в ступицах зубчатых колес, шкивов, маховиков и т. п. лишь контуром отверстия (рис. 207, *б*). Аналогично

для изображения шпоночных пазов ограничиваться лишь изображением самого паза без участка вала (см. рис. 170, *б*);

г) изображать в разрезе отверстия, расположенные на круглых фланцах и других подобных деталях, когда они не попадают в секущую плоскость. Это обуславливается условным смещением отверстий вдоль окружности их центров до совмещения с секущей плоскостью (см. рис. 199, *а*, *б*).

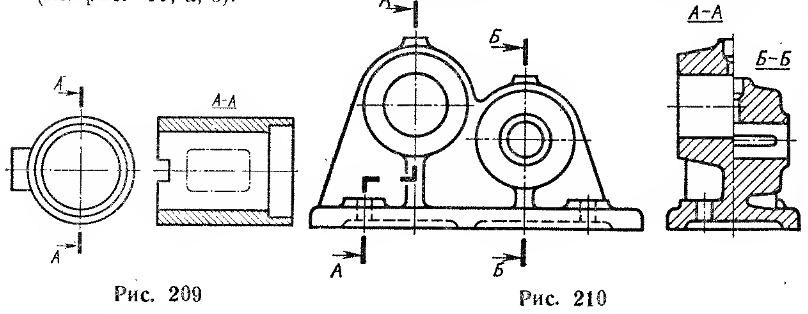


Рис. 209 **Рис. 210**

13. Если вид сверху не является необходимым и чертеж составлен из изображений на фронтальной и профильной плоскостях проекций, то при ступенчатом разрезе линию сечения и надписи, относящиеся к разрезу, наносят так, как показано на рис. 210.

14. Условности и упрощения, допускаемые в неразъемных соединениях, в чертежах электротехнических и радиотехнических устройств, зубчатых зацеплений и т. д., устанавливаются соответствующими стандартами.

ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПРАВИЛА ИХ НАНЕСЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

(по ГОСТу 2.306—68)

Стандарт устанавливает графические обозначения материала в сечениях и на фасадах, а также правила нанесения их на чертежи всех отраслей промышленности и строительства.

Графические обозначения материалов в сечениях приведены в табл. 9.

Следует помнить, что графическое обозначение дает лишь общее представление о материале и не исключает необходимости указания на чертежах данных о нем. Эти данные приводятся в основной надписи рабочего чертежа детали или в спецификации изделия.

Сформулируем основные правила выполнения штриховки. Штриховка выполняется тонкими сплошными линиями толщиной $s/2$—$s/3$. Параллельные линии штриховки должны выполняться под углом 45° к линиям рамки чертежа (рис. 211). Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, но, как правило, в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали, назависимо от количества листов, на которых расположены чертежи этих сечений.

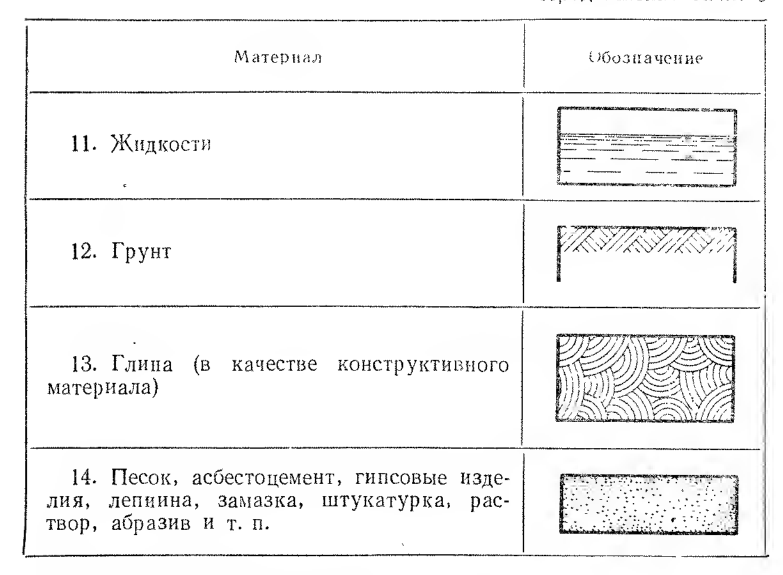
Если линии штриховки сечений совпадают по направлению с линиями контура чертежа или с осевыми линиями, то вместо угла 45° следует брать углы 30 или 60° (рис. 212, *а*, *б*).

Таблица 9

Графические обозначения материалов в сечениях

Материал	Обозначение
1. Металлы и твердые сплавы	
2. Неметаллические материалы, в том числе волокнистые монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже	
3. Древесина: а) поперек волокон б) вдоль волокон	
4. Фанера	
5. Ксилолит, плиты древесностружечные, древесноволокнистые, столярные и т. п.	
6. Волокнистые немонолитные материалы (вата, стекловата, войлок, мипора и т. п.)	
7. Бетон неармированный	
8. Бетон армированный	
9. Кладка из кирпича строительного и специального, клинкера, керамики, терракоты, искусственного и естественного камня любой формы и т. п.	
10. Стекло и другие прозрачные материалы	

Продолжение табл. 9



Материал	Обозначение
11. Жидкости	
12. Грунт	
13. Глина (в качестве конструктивного материала)	
14. Песок, асбестоцемент, гипсовые изделия, лепнина, замазка, штукатурка, раствор, абразив и т. п.	

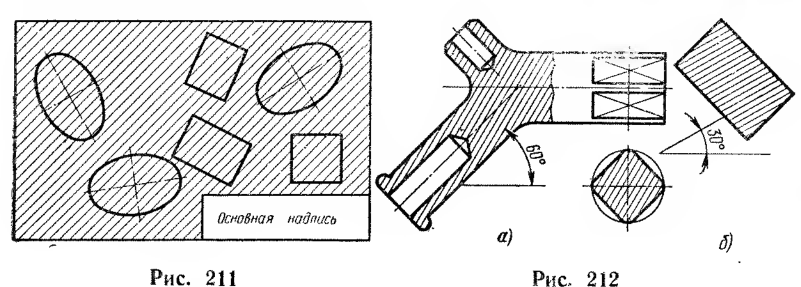


Рис. 211 Рис. 212

Расстояние между параллельными линиями штриховки (частота) должно быть в пределах от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений (чем больше площадь сечения, тем относительно реже штриховка). Расстояние между параллельными линиями штриховки должно быть, как правило, одинаковым для всех выполненных в одном масштабе изображений данной детали на чертеже.

Если на одном и том же чертеже встречаются материалы, имеющие один и тот же тип штриховки, то расстояние между линиями штриховки для обозначения кладки из кирпича, клинкера, керамики, терракота и т. п. должно быть всегда больше расстояния между линиями штриховки для обозначения металла.

Для смежных сечений двух деталей из одного материала следует брать наклон линий штриховки для одного сечения вправо, для другого — влево (встречная штриховка).

При штриховке смежных сечений двух деталей из неметаллических материалов, например деталей из пластмассы, расстояние между линиями штриховки в каждом сечении должно быть разным.

При штриховке смежных сечений трех и более деталей из одного материала, например при штриховке клепаных узлов, следует изменять расстояние между линиями штриховки (рис. 213, *а*) или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к другому, не изменяя угла их наклона (рис. 213, *б*).

Узкие и длинные площади сечений, ширина которых на чертеже от 2 до 4 мм, рекомендуется штриховать полностью только на концах

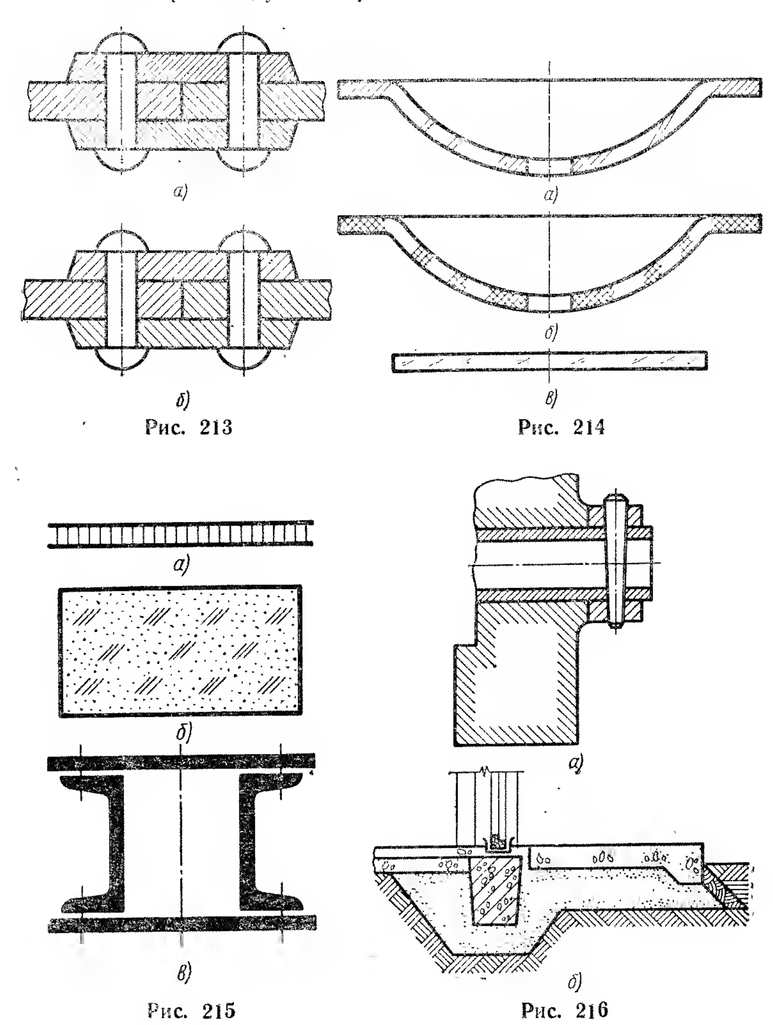


Рис. 213 Рис. 214

Рис. 215 Рис. 216

и у контуров отверстий, а остальную площадь сечения — небольшими участками в нескольких местах (рис. 214, *а*, *б*). В этих случаях линии штриховки стекла (рис. 214, *в*) следует наносить с наклоном 15—20° к линии бо́льшей стороны контура сечения. В этом случае штриховка для всех материалов выполняется только от руки.

Более узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными с просветами между смежными сечениями шириной не менее 0,8 мм (рис. 215, *в*).

При больших площадях сечений, а также при указании профиля грунта допускается наносить обозначение лишь у контура сечения узкой полоской равномерной ширины (рис. 216, *а*, *б*).

Обозначения, указанные в подпунктах 3, 4, 6, 7, 8 табл. 9 (кроме прямых линий) и в подпунктах 12, 13 и 14, а также обозначение засыпки в сечении выполняют от руки.

На рис. 215, *а* показано условное обозначение сетки, а на рис. 215, *б* — засыпки из любого материала (в сечении).

В строительных чертежах допускается:

а) не применять обозначения материалов, если нет необходимости в графическом выявлении материала (например, при его единообразии), или применять их частично, если необходимо выделить из чертежа отдельные элементы, изготовляемые из разных материалов;

б) применять дополнительные обозначения, не предусмотренные в настоящем стандарте, поясняя их надписью на поле чертежа.

Таблица 10

Графические обозначения материалов и изделий на виде (фасаде)

Материал	Обозначение
Металлы	
Сталь рифленая	
Сталь просечная	
Кладка из кирпича строительного и специального, клинкера, керамики, терракота, искусственного и естественного камня любой формы и т. п.	
Стекло	

В табл. 10 приведено графическое изображение материалов и изделий на виде (фасаде), если необходимо их специально выделить.

Приведем некоторые пояснения к табл. 10:

а) для бетона, штукатурки и раствора следует применять на виде (фасаде) обозначение, указанное в подпункте 14 табл. 9, для жидкости в прозрачном сосуде — обозначение, указанное в подпункте 11 табл. 9;

б) для уточнения разновидности материала, в частности материалов с однотипным обозначением, графическое обозначение сопровождают поясняющей надписью на поле чертежа;

в) в специальных строительных конструкциях для конструктивных чертежей армированных железобетонных конструкций применяют обозначения по ГОСТу 11692—66;

г) обозначение материала на виде (фасаде) допускается наносить не полностью, а только небольшими участками по контуру или пятнами внутри контура.

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ И ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ

(по ГОСТу 2.307—68)

Стандарт устанавливает правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других технических документах на изделия всех отраслей промышленности и строительства.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Рабочий чертеж должен раскрывать не только форму, но и величину изображаемого предмета. Основанием для определения величины изображенного на чертеже изделия служат размерные числа, указанные на чертеже для каждого элемента формы предмета (длины, ширины, толщины, размеры диаметров отверстий, радиусов скруглений и пр.).

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Исключением из указанного выше правила составляют чертежи: жгутов, кабелей, проводов (ГОСТ 2.414—68), печатных плат (ГОСТ 2.417—68) и правила выполнения документации при плазовом методе производства (ГОСТ 2.419—68), когда величину изделия или его элементов определяют по изображениям, выполненным с достаточной степенью точности.

Основанием для определения точности, с которой изделие должно быть изготовлено, являются указанные на чертеже предельные отклонения размеров, рассматриваемые ниже, и предельные отклонения формы и расположения поверхностей, рассматриваемые в ГОСТе 2.308—68.

Размеры на чертежах делятся на линейные и угловые. Линейные размеры и предельные отклонения линейных размеров на чертежах указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Если размеры или предельные отклонения приводят в технических требованиях или проставляют в пояснительных надписях на поле чертежа, то обязательно указывают единицу измерения.

В тех случаях, когда применяют в качестве единицы измерения не миллиметры, а например, сантиметры, метры и т. д., то соответствующие размерные числа следует дополнять обозначением единицы измерения (см, м) или указывать ее в технических требованиях.

На строительных чертежах единицы измерения в этих случаях допускается не указывать, если они оговариваются в соответствующих документах, утвержденных в установленном порядке.

Угловые размеры наносятся в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, при этом градусы и минуты должны выражаться целыми числами, например, 4°; 4° 30′; 12° 45′ 30″; 0° 30′ 40″; 30° ± 10′.

Для размерных чисел не допускается применять простые дроби. Исключение составляют размеры в дюймах, например, размеры трубной резьбы и пр.

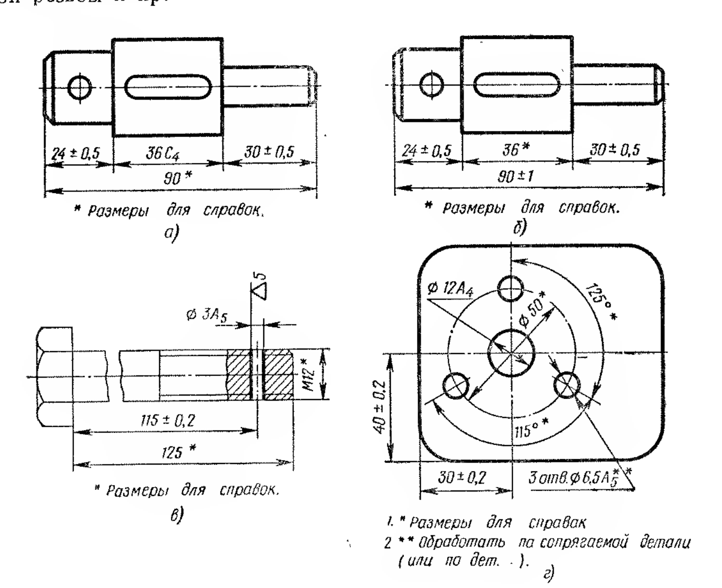


Рис. 217

Кроме исполнительных размеров, по которым изготовляют изделия, на чертеже могут быть даны справочные размеры. **Справочными** называются размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом.

На чертеже справочные размеры отмечают знаком «*», а в технических требованиях записывают: * *Размеры для справок.*

Если все размеры на данном чертеже являются справочными, то знак «*» не проставляют, а в технических требованиях записывают: *Размеры для справок.*

К справочным относят следующие размеры:

а) один из размеров замкнутой размерной цепи, например на рис. 217, *б* размер 36 мм, а на рис. 217, *а* — габаритный размер валика 90 мм. Справочные размеры, как неисполнительные, указывают на чертеже без предельных отклонений;

б) размеры, перенесенные с чертежей изделий-заготовок (рис. 217, *в*). Исполнительные размеры — диаметр отверстия ⌀ $3A_5$ мм и расстояние до центра отверстия 115 ± 02 мм, даны с предельными отклонениями. Длина болта 125 мм и размер резьбы М12 даны как справочные;

в) размеры, определяющие положение элементов детали, подлежащих обработке по другой детали (рис. 217, *г*);

г) размеры деталей (элементов) из сортового, фасонного, листового и другого проката, если они полностью определяются обозначением материала, приведенным в графе 3 основной надписи. Например, в основной надписи в графе «Материал» записано: «Сталь ХГСА ГОСТ 4543—71. Труба 30—26 ГОСТ 8734—58». Следовательно, размеры наружного и внутреннего диаметров трубы (30 и 26 мм), проставленные на самом чертеже, являются уже размерами справочными и даются без предельных отклонений;

д) габаритные размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей или являющиеся суммой размеров нескольких деталей. Габаритные размеры определяют предельные очертания изделия;

е) размеры на сборочном чертеже, по которым определяются предельные положения отдельных элементов конструкции, например: ход поршня, ход штока клапана двигателя внутреннего сгорания, угол поворота рукоятки и пр.;

ж) размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей и используемые в качестве установочных и присоединительных. Установочными и присоединительными называются размеры, определяющие величины элементов, по которым данное изделие устанавливают на месте монтажа или присоединяют к другому изделию.

Стандарт допускает справочные размеры, указанные в подпунктах б, в, г, д, е, ж, наносить как с предельными отклонениями, так и без них.

На чертежах деталей у размеров, контроль которых технически затруднен, наносят знак «*», а в технических требованиях помещают надпись «* *Размеры обесп. инстр.*».

Указанная запись обозначает, что выполнение заданного чертежом размера с предельным отклонением должно гарантироваться размером инструмента или соответствующим технологическим процессом.

При этом размеры инструмента или технологический процесс проверяются периодически в процессе изготовления деталей.

Периодичность контроля инструмента или технологического процесса устанавливается предприятием-изготовителем совместно с представителем заказчика.

Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации. Исключение составляют справочные размеры, приведенные в пунктах б и г.

Если в технических требованиях необходимо дать ссылку на размер, нанесенный на изображении, то этот размер или соответствующий элемент обозначают буквой, а в технических требованиях помещают надпись, аналогичную приведенной на рис. 218.

На строительных чертежах размеры допускается повторять.

Размеры, определяющие расположение сопрягаемых поверхностей, проставляют, как правило, от конструкторских баз с учетом возможностей выполнения и контроля этих размеров.

Базой называется сочетание поверхностей, линий или точек, определяющих положение детали в механизме или при обработке. **Различают конструкторские и технологические базы.**

Конструкторской базой называется сочетание поверхностей, линий или точек, определяющее положение детали в механизме.

Технологической базой называется сочетание поверхностей, линий или точек, определяющее положение детали при обработке или при измерении.

Система простановки размеров от конструкторских баз характеризуется тем, что все размеры на чертеже проставляют от поверхностей, которые определяют положение детали в собранном и работающем механизме. В этом случае конструктор не связывает простановку размеров с вопросами изготовления детали.

Преимущества простановки размеров от конструкторских баз:

а) наличие на чертежах коротких размерных цепей, что повышает точность и качество изделия;

б) облегчается проверка, расчет и увязка размеров как в детали, так и в изделии;

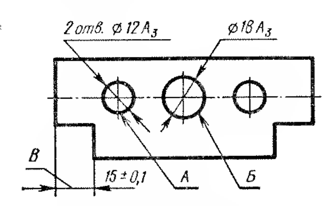


Рис. 218

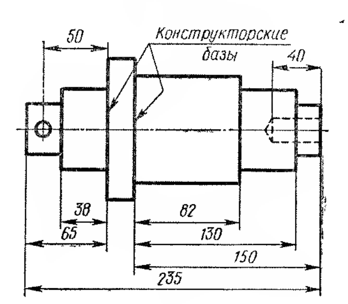


Рис. 219

в) повышается длительность годности чертежа, так как в нем не отражены требования часто меняющейся технологии.

Недостатки простановки размеров от конструкторских баз:

а) так как чертеж не отражает требований технологии, приходится дополнительно изготовлять технологические чертежи для обработки детали;

б) возрастает количество измерительного инструмента, так как заказчик принимает изготовленные детали не по технологическому, а по конструктивному чертежу.

Система простановки размеров от технологических баз характеризуется тем, что все размеры на чертеже проставляют от поверхностей, определяющих положение детали при обработке. В этом случае конструктор связывает простановку размеров с вопросами изготовления детали.

Преимущества простановки размеров от технологических баз:

а) в простановке размеров отражены производственные требования, что облегчает изготовление детали;

б) не требуется пересчета размеров и допусков, т. е. отпадает необходимость в специальных технологических чертежах;

в) упрощается конструкция режущего и измерительного инструмента;

г) процесс изготовления детали и работы по приемке ОТК и заказчиком производят по одному и тому же чертежу.

Недостатки простановки размеров от технологических баз:

а) некоторая осложненность в проверке и увязке размеров в детали и в изделии;

б) сокращается длительность срока службы чертежа, так как необходима корректировка при изменении технологии;

в) слабо отражаются на чертеже конструктивные особенности изделия.

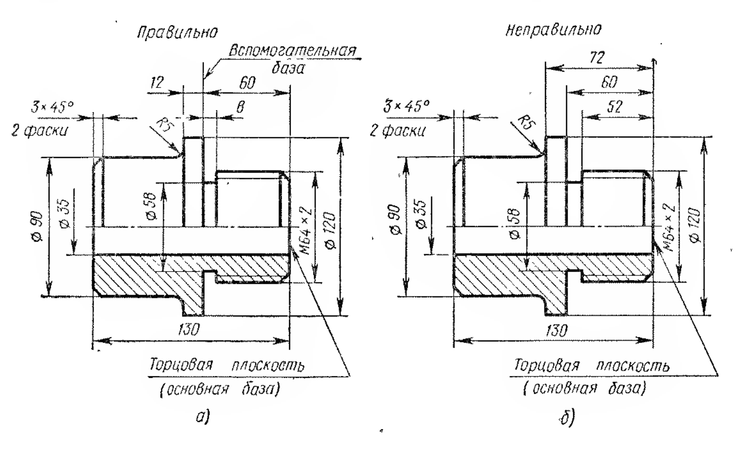


Рис. 220

Деталь может иметь не одну, а несколько конструкторских баз, причем одну из них считают основной, а остальные вспомогательными (рис. 219, 220).

Обычно технолог стремится к тому, чтобы конструкторские базы были использованы в качестве технологических.

Свободные, несопряженные размеры детали, целесообразно наносить от технологических баз.

Для литых деталей в качестве базы выбирают ту необработанную поверхность (обычно плоскость торца), от которой удобнее отсчитывать размеры при изготовлении литейной формы.

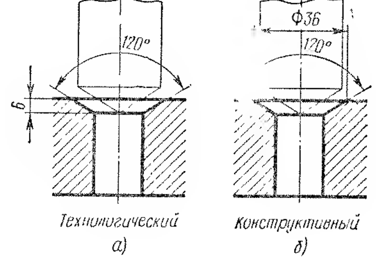


Рис. 221

На рис. 220, *а* дан пример правильного нанесения размеров, так как для удобства отсчета и измерения размеров введена вспомогательная база. На рис. 220, *б* неверно проставлены все размеры от одной базы. На рис. 221, *а*, *б* даны два варианта простановки размеров раззенкованного отверстия.

При расположении элементов предмета (отверстий, пазов, зубьев и т. п.) на одной оси или на одной окружности размеры, определяющие их взаимное расположение, наносят следующими способами:

а) от общей базы (поверхности, оси) — рис. 222, *а* и *б*;

б) заданием размеров нескольких групп элементов от нескольких общих баз — рис. 223, *а*;

в) заданием размеров между смежными элементами (цепочкой) — рис. 223, *б* и *в*.

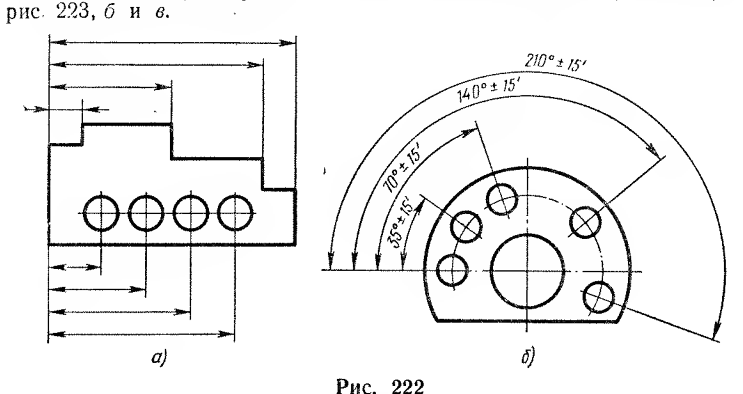


Рис. 222

Размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный (см. рис. 217, *б*).

На примере трехступенчатой пластинки покажем, в чем заключается ошибка при простановке размеров замкнутой цепью (рис. 224).

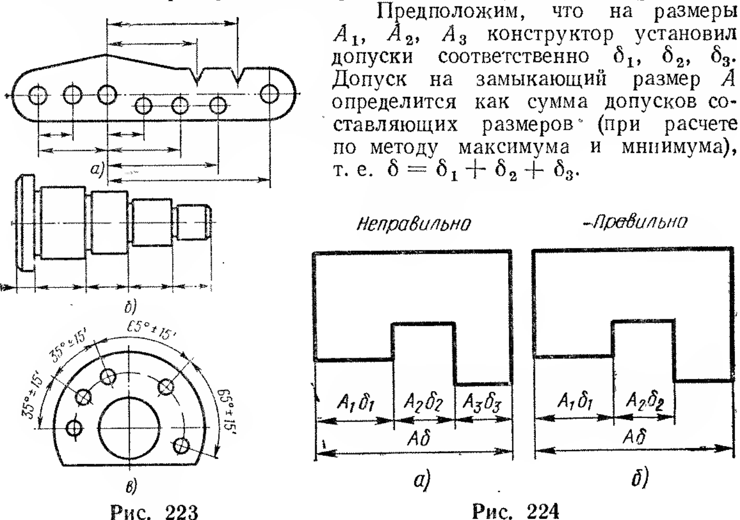


Рис. 223 **Рис. 224**

Предположим, что на размеры A_1, A_2, A_3 конструктор установил допуски соответственно δ_1, δ_2, δ_3. Допуск на замыкающий размер A определится как сумма допусков составляющих размеров (при расчете по методу максимума и минимума), т. е. $\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$.

Если на размер A конструктор назначил допуск исходя из этого расчета, а в производстве будут самостоятельно выполняться три составляющих размера A_1, A_2 и A_3, то размер A будет находиться в пределах допуска и брака не будет. Но если при изготовлении детали по каким-либо соображениям будут выполняться размеры A, A_1, A_2, то размер A_3 будет замыкающим и отклонение этого размера может быть равно сумме допусков трех размеров δ, δ_1, δ_2, т. е. $\delta_3 = \delta_1 + \delta_2 + \delta$.

Ранее запроектированный конструктором допуск на звено A_3, равный δ_3, не выдержан, и деталь будет забракована.

Из примера видно, что один из размеров, наименее ответственный, в чертеже проставлять не следует. На этом размере будут накапливаться ошибки при обработке детали (рис. 224, *б*).

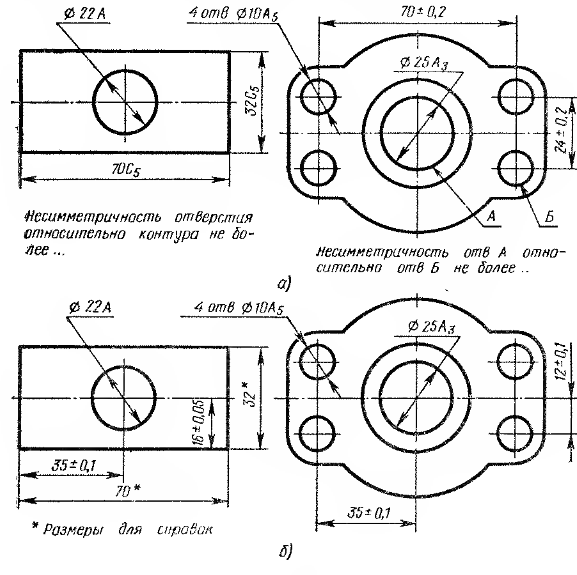


Рис. 225

Иногда замкнутую размерную цепь сразу нельзя обнаружить, она остается как бы завуалированной, что приводит к браку на производстве.

Неправильный способ простановки размеров показан на рис. 224, *а*.

Размеры, определяющие положение симметрично расположенных поверхностей у симметричных изделий, наносят, как показано на рис. 225 и 226, *а*, *б*. Изображенные детали имеют плоскость и ось симметрии, совпадающие с осью детали. Предпочтительно наносить размеры, показанные на рис. 225, *а*. При этом необходимо указывать предельные отклонения от симметричности, так как в противном случае при любой погрешности симметрии детали будут признаны годными.

Нанесение размеров, показанное на рис. 225, *б*, рекомендуется для чертежей изделий индивидуального производства.

Для всех размеров, нанесенных на рабочих чертежах, указываются предельные отклонения.

Допускается не указывать предельные отклонения:

а) для размеров, определяющих зоны различной шероховатости одной и той же поверхности, зоны термообработки, покрытий, отделки,

накатки, насечки, а также диаметры накатанных и насеченных поверхностей. В этих случаях непосредственно у таких размеров наносят знак ≈;

б) для размеров деталей изделий индивидуального производства, задаваемых с припуском на пригонку.

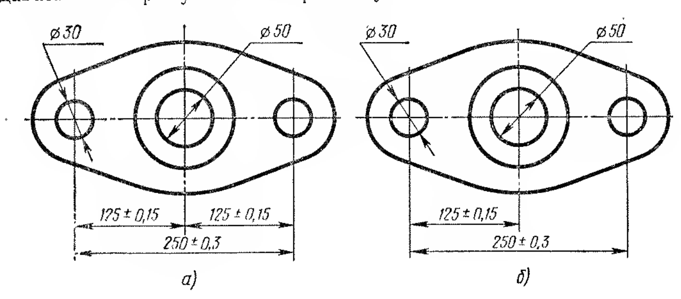


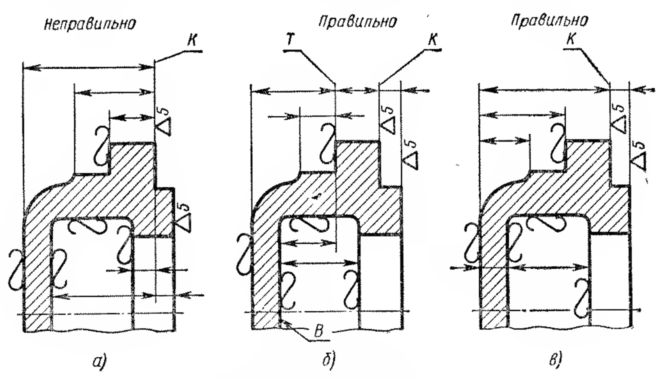
Рис. 226

На таких чертежах в непосредственной близости от указанных размеров наносят знак «*», а в технических требованиях указывают:

«* Размеры с припуском на пригонку по дет. . . .»

«* Размеры с припуском на пригонку по черт. . . .»

«* Размеры с припуском на пригонку по сопрягаемой детали».



К – конструкторская база
Т – технологическая база
В – вспомогательная литейная база

Рис. 227

На строительных чертежах предельные отклонения размеров указывают только в тех случаях, которые предусмотрены документами, утвержденными в установленном порядке.

При выполнении рабочих чертежей деталей, изготовляемых отливкой, штамповкой, ковкой или прокаткой с последующей механической обработкой части поверхностей детали, на чертеже размеры следует наносить таким образом, чтобы одна группа размеров связывала между собой только необработанные, а вторая — только обработанные поверхности.

В качестве связи между этими двумя группами должен служить один размер по каждому координатному направлению, нанесенный между одной обработанной и одной необработанной поверхностями (рис. 227, *а—в*), которые, как правило, должны быть базовыми.

Следовательно, от конструкторских баз должны быть нанесены размеры только для обработанных поверхностей, а размеры, определяющие форму необработанных поверхностей, должны быть нанесены от технологических баз.

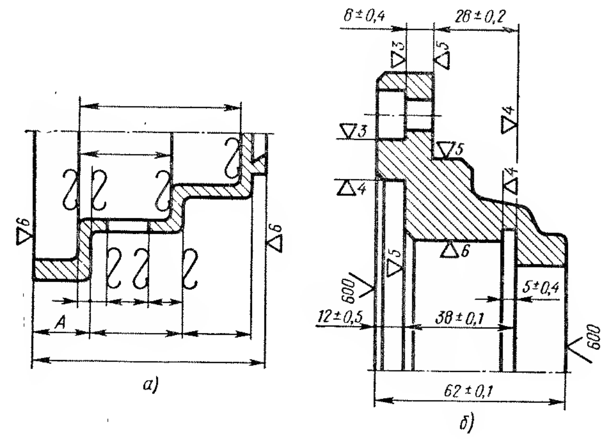


Рис. 228

Для размеров внутренних поверхностей детали может быть выбрана вторая вспомогательная технологическая база, положение которой должно быть задано от первой основной технологической базы (рис. 228, *а*, *б*).

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. В случае необходимости проводят и выносные линии.

При нанесении размеров следует руководствоваться требованиями, рекомендациями и допущениями, вытекающими из ГОСТа 2.307—68.

Размерные и выносные линии

Основные случаи проведения размерных линий:

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии — перпендикулярно размерным (рис. 229, *а*).

При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в вершине этого угла (рис. 229, *б*), а выносные линии — радиально.

При нанесении размера дуги окружности размерную линию проводят концентрично измеряемой дуге, а выносные линии — параллельно биссектрисе угла (рис. 229,*в*). Над размерным числом наносят знак ⌒ дуги.

Допускается располагать выносные линии размера дуги радиально, и, если имеется несколько концентричных дуг, необходимо указать, к какой дуге относится данный размер (рис. 229, *г*). Это указание выполняют с помощью линии-выноски.

Размерную линию для указания диаметра окружности проводят или вне окружности, или через ее центр (рис. 230, *а*).

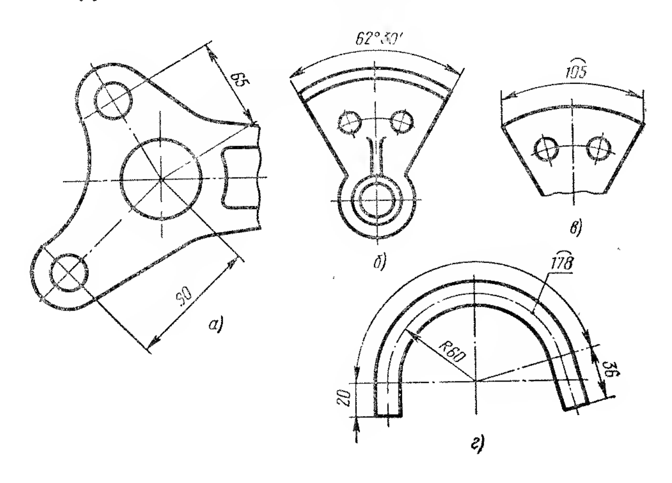


Рис. 229

Размерную линию радиуса проводят между дугой (или ее продолжением) и центром этой дуги (рис. 230, *б*, *в*).

Допускается проводить размерные линии не только между выносными линиями, но и непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым и другим линиям. На рис. 230, *г* дан пример проведения размерных линий между различными линиями чертежа.

Не рекомендуется размерные и выносные линии без особой необходимости проводить от штриховых линий невидимого контура. Нанесение размеров на невидимом контуре допускается в тех случаях, когда отпадает необходимость в вычерчивании дополнительного изображения.

Не допускается в качестве размерных линий использовать линии контура, осевые, центровые и выносные. Размерная линия не должна являться продолжением линий контура, осевых, центровых и выносных.

Исключением из этого правила является указание координат отдельных точек криволинейного контура (рис. 231, *а—в*). В этом случае размерные линии по необходимости одновременно служат и выносными.

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

Следует избегать взаимного пересечения размерных и выносных линий; с этой целью размерную линию бо́льшего размера рекомендуется располагать на бо́льшем расстоянии от изображения по сравнению с размерной линией меньшего размера.

Размерные линии по возможности не должны пересекать друг друга.

Расстояние размерной линии от параллельной ей линии контура, осевой, выносной и других линий, а также расстояние между параллельными размерными линиями должно быть в пределах 6—10 мм.

Для сборочных чертежей и чертежей общих видов размерные линии располагают в зависимости от величины изображения на расстоянии не менее 10 мм от линии наружного контура.

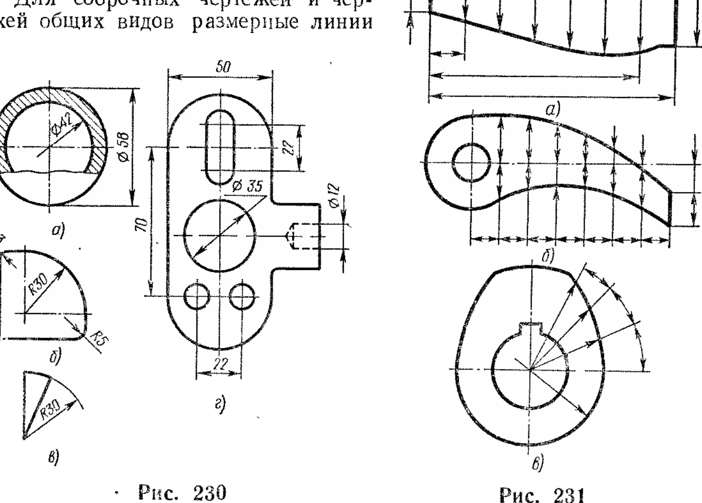


Рис. 230

Рис. 231

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (отверстию, канавке, выступу, пазу и т. п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 232, *а*, *б*).

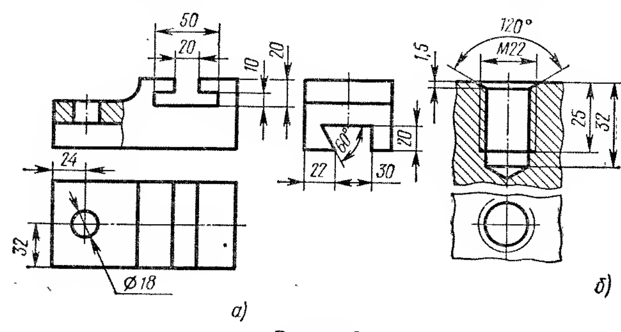


Рис. 232

а)

Рис. 233

б)

а) б) в)

Рис. 234

а)

б) в)

2200 от...

Рис. 235

Размерные линии для внутренних и наружных размеров рекомендуется располагать по разные стороны изображения (рис. 233, *а*).

Выносные линии являются продолжением линий видимого контура, осевых и центровых. Они должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1—5 мм.

Для размеров, относящихся к прямолинейным участкам предмета, выносные линии должны быть перпендикулярны к размерным (рис. 229, *а*).

В случаях, показанных на рис. 233, *б*, размерную линию и выносные линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовывали параллелограмм (выносные линии обязательно должны быть параллельными между собой).

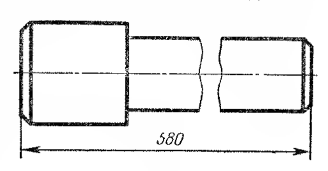


Рис. 236

На рис. 234 изображены элементы деталей, отдельные поверхности которых сопряжены плавными переходами, и отсутствуют строго определенные точки для проведения выносных линий. Если в таких изображениях надо показать координаты вершины скругляемого угла и центра дуги сопряжения, то выносные линии проводят от точки пересечения сторон скругляемого угла или от центра дуги скругления (рис. 234, *а—в*). Допускается проводить размерные линии с обрывом в следующих случаях:

а) если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают несколько дальше оси или линии обрыва предмета (рис. 235, *а*);

б) при указании диаметра окружности независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично, размерную линию можно проводить с обрывом несколько дальше центра окружности (рис. 235, *б*);

в) при нанесении размеров от базы, не изображенной на данном чертеже (рис. 235, *в*).

В случае, когда предмет изображен с разрывом, размерная линия должна быть проведена полностью (рис. 236).

Размерные стрелки

Размерные линии с обоих концов ограничивают стрелками, упирающимися в соответствующие линии контура, выносные, осевые и др.

Исключением из этого правила (нанесение стрелки на размерной линии с одной стороны) является нанесение размерной линии радиуса, ограниченной стрелкой со стороны определяемого угла или скругления, и нанесение размеров с обрывом размерной линии.

Стрелки размерных линий имеют вид острых углов, которые при обводке целиком покрываются тушью или карандашом.

Величину стрелок выбирают в зависимости от толщины *s* линий видимого контура и стремятся выдержать их приблизительно одинаковыми на всем чертеже.

Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов в функции от *s* показаны на рис. 237, *б*.

Рекомендуется длину *l* стрелки брать в пределах 4—6 мм.

Стрелки направляют от концов размерной линии к линиям, между которыми измеряют расстояние (рис. 237, *а*, *в*).

В тех случаях, когда длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, размерную линию продолжают за выносные линии (или соответственно за линии контурные, осевые и центровые и т. д.) и стрелки наносят, как показано на рис. 238, *а*, *б*.

При малой величине радиуса стрелку на чертеже рекомендуется проводить с наружной стороны дуги (см. рис. 246, *а*).

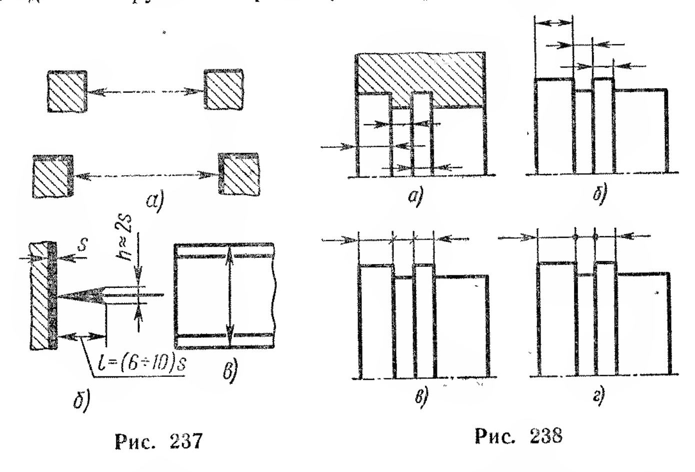


Рис. 237 Рис. 238

На рис. 238, *в*, *г* изображено нанесение размеров при расположении их цепочкой. В этом случае при недостатке места для стрелок допускается заменять их засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям (рис. 238, *в*), или четко наносимыми точками (рис. 238, *г*).

При недостатке места для стрелок из-за близко расположенной контурной или выносной линии последние допускается прерывать (рис. 237, *в*).

На строительных чертежах взамен стрелок во всех случаях допускается применять засечки на пересечении размерных и выносных линий, при этом размерные линии должны выступать за крайние выносные линии на 1—3 мм.

Размерные числа

В разделе «Основные требования» было указано, в каких единицах наносят на чертежах размерные числа линейных и угловых размеров.

Размерные числа наносят над размерной линией, параллельно ей и возможно ближе к середине (см. рис. 229).

При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий (см. рис. 230, *а*, *б*).

При нанесении нескольких параллельных или концентричных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга следует избегать расположения размерных чисел одного против другого (рис. 239, *а*, *б*). Подобное расположение размерных чисел, показанное на рисунке, принято называть расположением «в шахматном порядке».

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рис. 239, *в*, *г*, 240, *а*.

При расположении размерной линии линейного размера в пределах угла, выделенного штриховкой (рис. 240, *а*), соответствующие размерные числа следует наносить на полке линии-выноски (рис. 239, *г*). Угловые размеры наносят так, как показано на рис. 240, *б*, *в*. В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа помещают над размерной линией со стороны ее выпуклости; в зоне, расположенной ниже горизонтальной осевой линии, — со стороны вогнутости размерной линии.

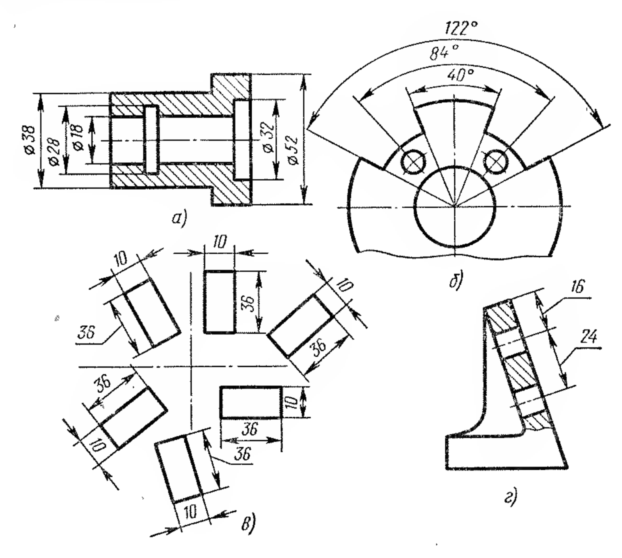


Рис. 239

Не рекомендуется наносить размерные числа в зоне заштрихованного угла 30°. В случае необходимости размерные числа в пределах этой зоны указывают на горизонтальных полках линий-выносок.

Для углов малых размеров при недостатке места размерные числа помещают на полках линий-выносок в пределах любой зоны (рис. 240, *в*).

На строительных чертежах допускается линейные и угловые размерные числа и надписи наносить без полок линий-выносок.

Если при нанесении размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят так, как показано на рис. 241, т. е. размерные числа проставляют вне границы размера и по возможности с правой стороны или снизу от изображения.

Если размеры элемента настолько малы, что недостаточно места для нанесения размерных стрелок, то стрелки наносят с внешней стороны контура и размеры проставляют так, как показано на рис. 242.

Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий на чертеже, т. е. проставление размера на продолжении размерной линии, на полке линии-выноски и т. п., определяется удобством чтения.

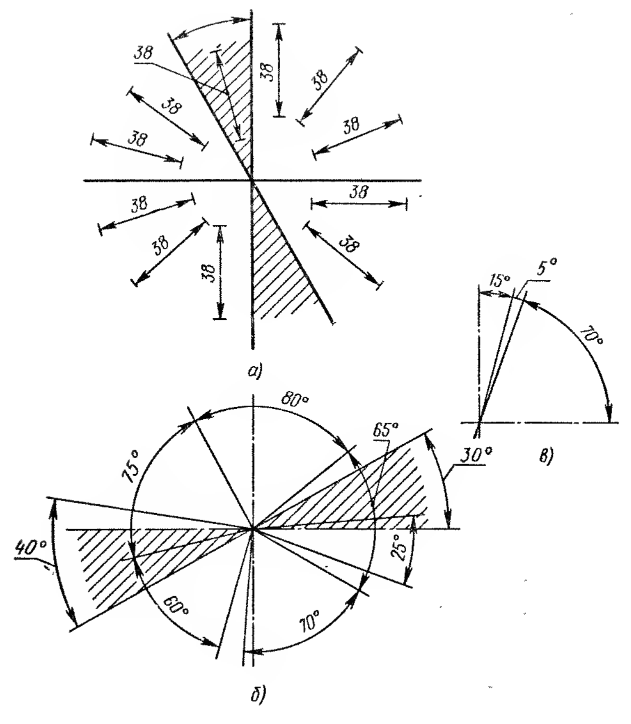


Рис. 240

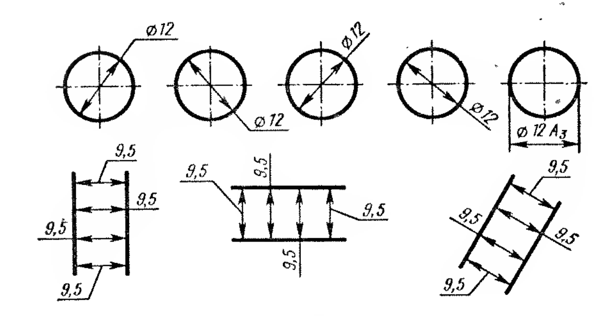


Рис. 241

Размерные числа и предельные отклонения не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями на чертеже. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий.

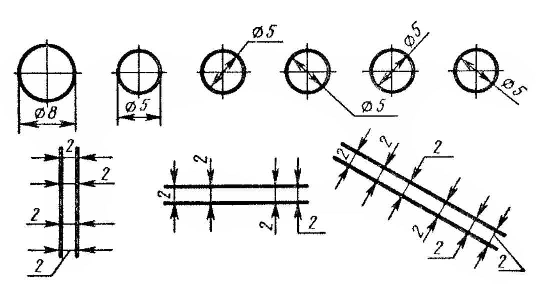


Рис. 242

В местах нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (рис. 243, *а*, *б*).

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (например, размеры паза, выступа, канавки, прилива и пр.), рекомендуется концентрировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента наиболее полно раскрывается. На рис. 232 элементами изображения деталей являются паз, отверстие и гнездо с резьбой. Из рисунка видно, как целесообразно нанести размеры для этих элементов.

Рис. 243

Размеры радиусов и диаметров

Если поверхность детали ограничена частью окружности, то на чертеже наносят или размер радиуса, или размер диаметра.

Если дуга окружности, изображающая поверхность вращения детали, имеет в натуре угол больше 180°, то на чертеже всегда наносят диаметр. Для дуги окружности с углом, меньшим или равным 180°,

наносят радиус или диаметр в зависимости от того, как эта поверхность получается на производстве и насколько ясно характеризует ее тот или иной размер. Например, на рис. 244, *а, б* изображены детали, имеющие радиус дуги, меньший 180° и обрабатываемые с помощью дисковой фрезы. В этом случае обязательно указывают значение диаметра фрезы, а не радиус скругления.

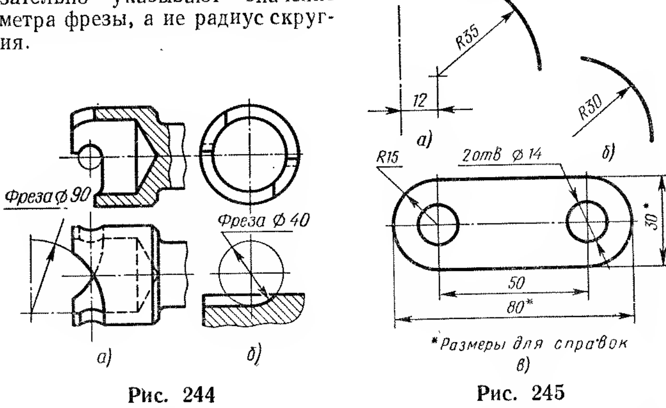


Рис. 244 | Рис. 245

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву *R*. Размерную линию оканчивают одной размерной стрелкой, указывающей на дугу окружности.

Если центр дуги не находится на пересечении центровых линий, то его допускается указывать пересечением штрихов (рис. 245, *а*).

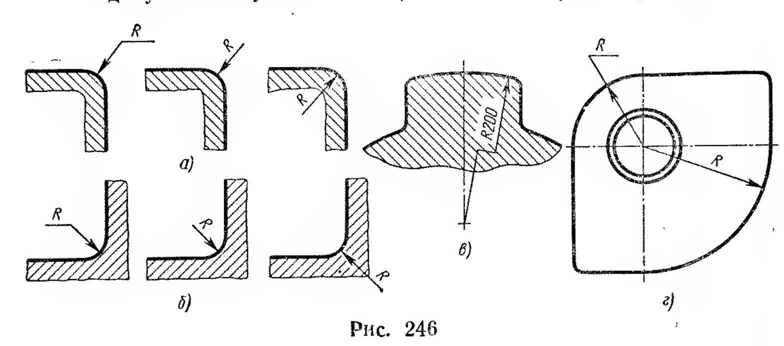


Рис. 246

Центр дуги отмечают пересечением центровых или выносных линий во всех случаях, когда необходимо указывать размеры, определяющие положение центра дуги.

Если при большой величине радиуса центр дуги не может быть указан в пределах чертежа, но необходимо показать для координирования его положение, то допускается в этом случае размерную линию проводить с изломом под углом 90°.

Размерное число наносят на отрезке, заканчивающемся размерной стрелкой (рис. 246, *в*).

Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать относительно центра (рис. 245, *б*).

При проведении нескольких радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов не располагают на одной прямой (рис. 246, *г*).

Если элемент или деталь имеют закругления концов, равные половине ширины (толщины), то рекомендуется наносить размеры ширины элемента и значение радиуса (рис. 245, *в*). Обосновывают это тем, что ширина элемента и радиус обрабатываются, как правило, разными инструментами и имеют различные величины допусков размеров.

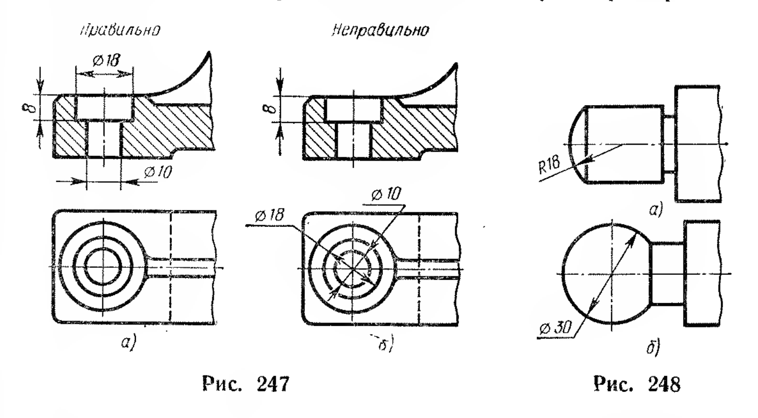


Рис. 247 | Рис. 248

Размеры радиусов небольших наружных скруглений наносят так, как показано на рис. 246, *а*, а внутренних скруглений — на рис. 246, *б*.

Способ нанесения определяется удобством чтения чертежа.

Рекомендуется располагать стрелку с внешней стороны при размерах радиуса на чертеже менее 6 мм. Размерная линия радиуса должна быть направлена к центру дуги, и ее наклон к вертикали или к горизонтали принимается равным примерно 45 или 30°.

Если радиусы скруглений, сгибов и т. п. на всем чертеже одинаковы или какой-либо радиус является преобладающим, то вместо нанесения размеров этих радиусов непосредственно на изображении рекомендуется в технических требованиях делать запись типа: «Радиусы скруглений 5 мм», «Внутренние радиусы сгибов 10 мм», «Неуказанные радиусы 8 мм» и т. д.

При указании размера диаметра (во всех случаях) перед размерным числом наносят знак «∅». Общая высота этого знака должна быть равна высоте размерных чисел. Наклонная черта пересекает знак под углом примерно 75°. На рис. 241 и 242 приведены различные случаи нанесения диаметров окружности. Для малых значений диаметров окружности порядка 6—12 мм стрелки располагают с внутренней стороны контура окружности, а числовое значение диаметра указывают на продолжении размерной линии, на полочке или на размерной линии, проведенной параллельно одному из диаметров окружности (рис. 241 и 242). Для значений диаметров менее 5 мм стрелки размещают с внешней стороны контура окружности. На рис. 247, *а, б*

показано, что размеры диаметра окружности рекомендуется наносить не на той проекции, где цилиндрический элемент проецируется в окружность. Эти размеры более понятны и лучше читаются на другой проекции. Однако для группы отверстий в плоских деталях (см. рис. 260), а иногда и по необходимости (ограниченность места и т. п.) размеры наносят и на проекциях с окружностями.

Перед размерным числом диаметра (радиуса) сферы также наносят знак ∅ (R) без надписи «Сфера» (рис. 248, *а*, *б*). Допускается слово «Сфера» наносить в случаях, когда на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей. В этих случаях запись делают по типу: «Сфера ∅ 24», «Сфера R 16» и т. д.

Размеры конусности и уклона

Многие машиностроительные детали имеют конические поверхности. Детали, соприкасающиеся между собой по общей конической поверхности, образуют сопряженную пару.

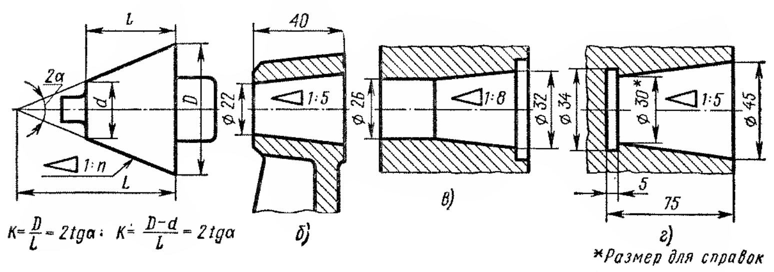


Рис. 249

На конических поверхностях проставляют размер конусности (рис. 249, *а*).

При нанесении размеров конических элементов детали может быть принят один из следующих вариантов:

а) указывают большой или малый диаметр конуса, конусность или угол при вершине и длину (рис. 250, *а*);

б) указывают расстояние от базы до выбранной плоскости поперечного сечения, диаметр конуса в этом сечении, конусность или угол при вершине и размеры, определяющие длину (рис. 250, *б*).

в) указывают два диаметра конуса и длину (рис. 250, *в*).

Выбор варианта определяется конструктивными требованиями и условиями изготовления детали.

Так рекомендуется наносить размеры малого диаметра в отверстии, выходящем наружу обоими основаниями, и размер большого диаметра на стержне. Основанием для этого является то, что в первом случае коническая поверхность получается на производстве обработкой «в тело» исходного цилиндрического отверстия, а во втором — обработкой в «тело» исходного цилиндрического стержня.

На рис. 249, *б*, *в*, *г* изображены некоторые рациональные способы нанесения размеров на конических поверхностях, определяемые условиями обработки и контроля изделия.

По ГОСТу 2.307—68 перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак «▷», острый угол которого должен быть

направлен в сторону вершины конуса (рис. 251, *а*, *б*, *в*, *г*). Численная величина уклона записывается в виде отношения или в процентах. Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак «∠», острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона (рис. 251, *д*, *е*). Полка линии-выноски, на которой проставляют значение уклона, должна быть параллельна линии, по отношению к которой рассчитывают его значение.

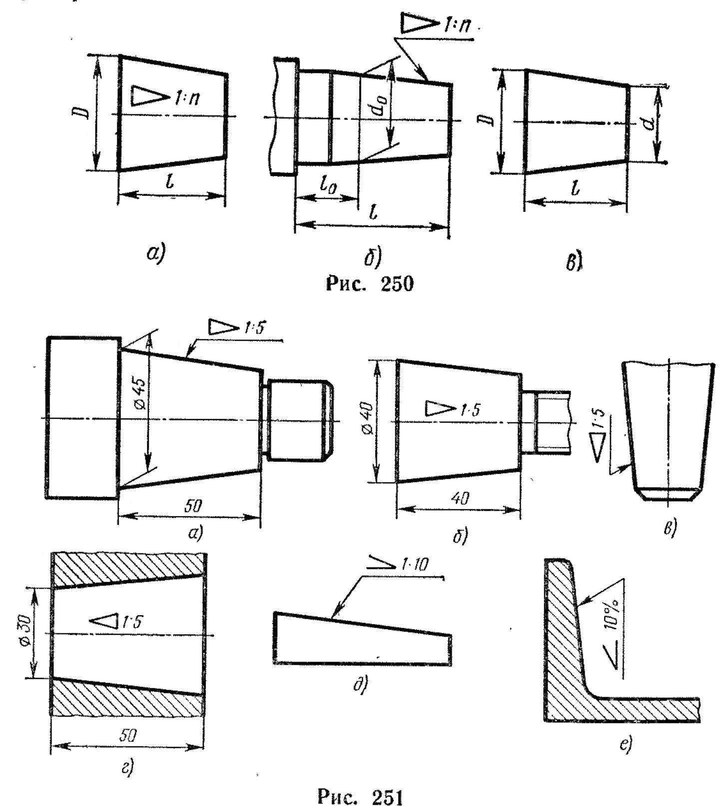


Рис. 250

Рис. 251

Незначительную конусность или уклон рекомендуется изображать с некоторым отклонением от масштаба в сторону увеличения.

На строительных чертежах допускается применять другие знаки уклонов, предусмотренные соответствующими документами.

Размеры фасок. Зенкование

Фаска есть коническое притупление угла между цилиндрической поверхностью детали и торцовой плоскостью.

Если фаска выполнена под углом 45°, то размер ее указывают в виде произведения высоты конуса фаски на величину угла между образующей конуса и осью детали (рис. 252, *а*, *д*).

Фаски с углами, отличными от 45°, указывают по общим правилам нанесения размеров, т. е. линейным и угловым размерами (рис. 252, *б*) или двумя линейными размерами (рис. 252, *е*).

Размеры фасок на конических поверхностях деталей для избежания неясности рекомендуется ставить по примеру, приведенному на рис. 252, *в*, т. е. раздельно указывать значение угла и высоту фаски.

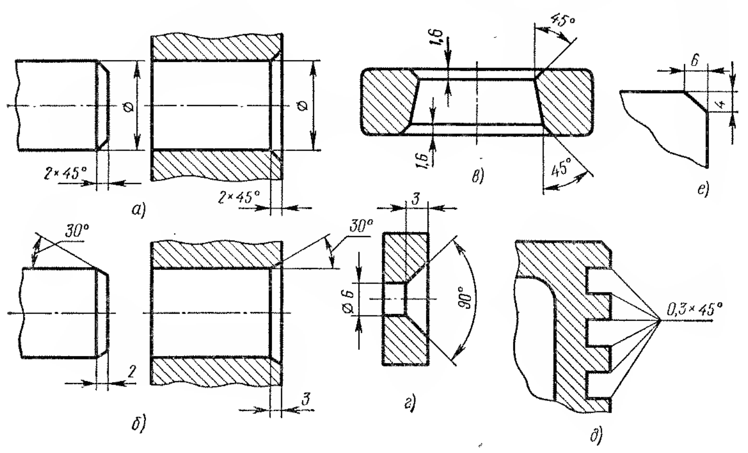


Рис. 252

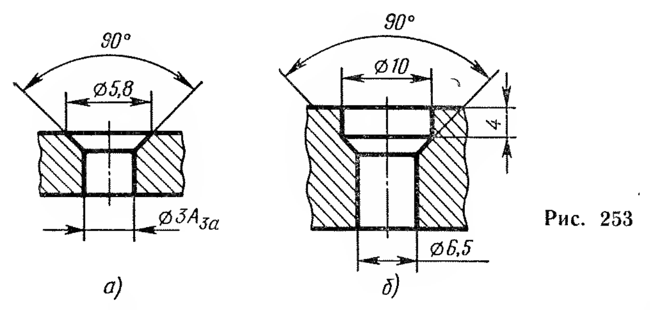


Рис. 253

Размеры нескольких одинаковых фасок, как правило, наносят только 1 раз с указанием на полке линии-выноски количества фасок (рис. 256, *б*).

Зенкование это расточка в цилиндрических отверстиях конического углубления под головку винта или под заклепку (рис. 253, *а* и *б*).

На рис. 252, *г*, 253 показаны различные способы нанесения размеров раззенкованных отверстий.

Другие условные знаки и надписи

Размеры квадрата обозначают знаком «□», который наносят перед размерным числом стороны квадрата (рис. 254, *а*).

На рис. 254, *б* показан другой способ нанесения размера квадрата.

Для указания на монтажных чертежах отметки высоты и глубины от уровня, принимаемого за нулевой, применяют специальный знак «⊽», над которым на полке наносят размерное число, соответствующее расстоянию от нулевого уровня до показанного элемента конструкции. Этот знак выполняют в виде равностороннего треугольника (рис. 255, *а*). Если нулевой уровень находится вне поля чертежа, то делают запись о том, что принято в качестве нулевого уровня.

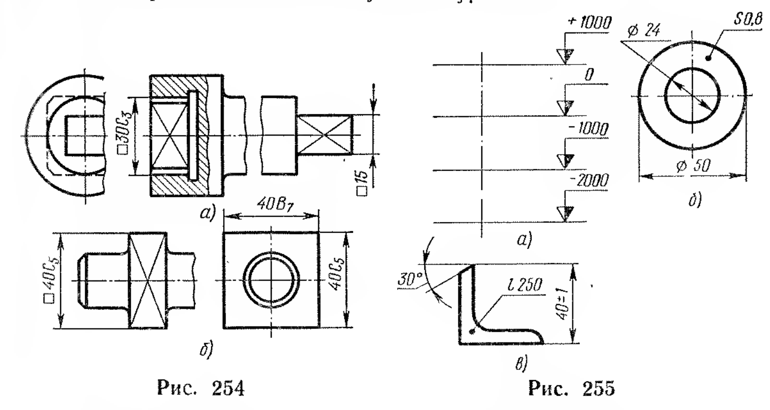


Рис. 254 Рис. 255

На строительных чертежах отметки уровней указывают в метрах.

При изображении детали в одной проекции размер ее толщины или длины наносят так, как показано на рис. 255, *б* и *в*; *S* — толщина детали, а *l* — ее длина.

Нанесение размеров нескольких одинаковых элементов детали и симметричных элементов

Вместо многократного повторения размеров одинаковых элементов (например, отверстий, пазов, проточек и т. п.) рекомендуется наносить размеры одного элемента с указанием на первом месте количества этих элементов (рис. 256, *а*). Допускается количество элементов указывать под полкой линии-выноски (рис. 256, *б*).

При нанесении размеров элементов, расположенных равномерно по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (рис. 256, *в*).

На рис. 256, *в* дан размер (∅ 50) диаметра общей окружности, по которой расположены отверстия, количество и диаметр отверстия. Размеры между радиальными осями ясны из чертежа без записи цифр (45°).

Однако если требуется дать пределы допустимых отклонений, то размер между радиальными осями записывают, как показано на рис. 257, *а*. Подобный порядок применяется и к одинаковым выступам (рис. 256, *г*).

К одинаковым отверстиям, расположенным под равными углами друг к другу, могут быть предъявлены требования строгого расположения относительно других отверстий или иных элементов детали. На рис. 257, *б* и *в* вертикальная ось, проходящая через середину продолговатого отверстия и полукруглого углубления, определяет базу,

относительно которой нанесены размеры расположения радиальных осей отверстий. На рис. 257 приведены два приема записи размеров углов от базы: на рис. 257, б для каждого угла дана отдельная размерная линия с двумя стрелками, а на рис. 257, *в* для тех же углов дана общая размерная линия с нарастающими числовыми величинами углов.

При нанесении размеров, определяющих расстояния между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер

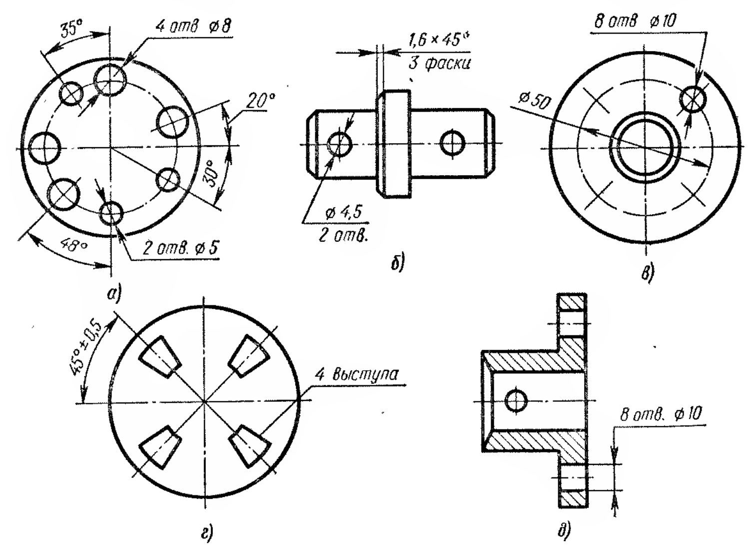


Рис. 256

между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 258, *а*, *б*, *в*).

При большом количестве размеров, нанесенных от общей базы, допускается наносить линейные и угловые размеры, как показано на рис. 259, *а* и *б*, при этом проводят общую размерную линию от отметки «0» и размерные числа наносят в направлении выносных линий у их концов.

При большом количестве однотипных элементов изделия, неравномерно расположенных на поверхности, допускается координатный способ их нанесения с указанием размерных чисел в сводной таблице (рис. 259, *в*). Это способствует разгрузке чертежа от излишних линий и размеров. В таблице могут быть даны и значения предельных отклонений, и знаки шероховатости отдельных отверстий.

Если на чертеже показано несколько групп близких по размерам отверстий, то рекомендуется отмечать одинаковые отверстия одним из условных знаков, приведенных на рис. 260, *а*. Допускается применять и другие условные знаки. Отверстия обозначают условными знаками на том изображении, на котором указаны размеры, определяющие положение этих отверстий.

При обозначении отверстий условными знаками допускается количество и их размеры указывать в таблице (рис. 260, *б*).

На строительных чертежах допускается одинаковые группы отверстий обводить сплошной тонкой линией с поясняющей надписью.

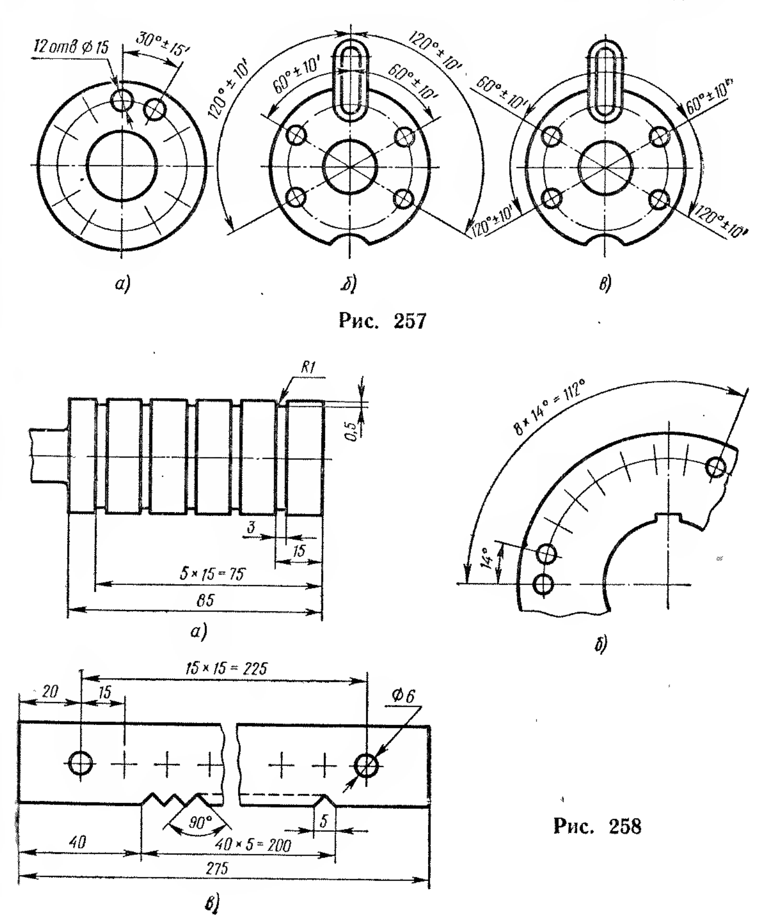
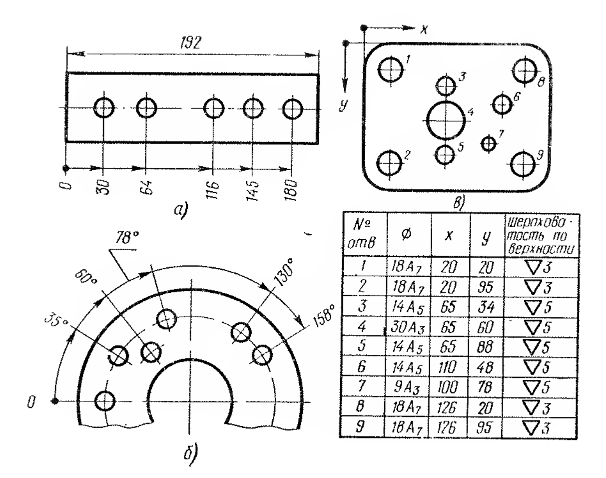


Рис. 258

Размеры двух симметрично расположенных элементов изделий (кроме отверстий) наносят 1 раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры (рис. 261, *а*, *б*).

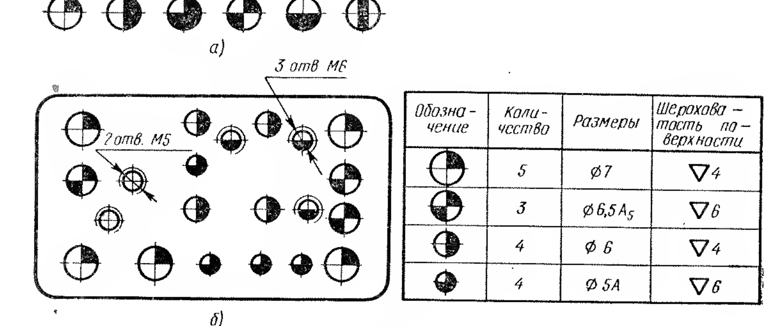
Количество одинаковых отверстий всегда указывают полностью, а их размеры — 1 раз.

Одинаковые элементы, расположенные в разных частях изделия (например, отверстия), рассматриваются как один элемент, если между ними нет промежутка (рис. 262, *а*) или если эти элементы соединены тонкими сплошными линиями (рис. 262, *б*). При отсутствии этих условий указывают полное количество элементов (рис. 262, *в*).



№ отв	⌀	x	y	Шероховатость поверхности
1	$18A_7$	20	20	▽3
2	$18A_7$	20	95	▽3
3	$14A_5$	65	34	▽5
4	$30A_3$	65	60	▽5
5	$14A_5$	65	88	▽5
6	$14A_5$	110	48	▽5
7	$9A_3$	100	78	▽5
8	$18A_7$	126	20	▽3
9	$18A_7$	126	95	▽3

Рис. 259



Обозначение	Количество	Размеры	Шероховатость поверхности
	5	⌀7	▽4
	3	⌀6,5A_5	▽6
	4	⌀ 6	▽4
	4	⌀ 5A	▽6

Рис. 260

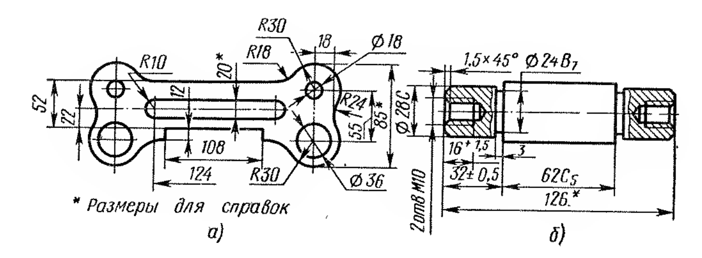
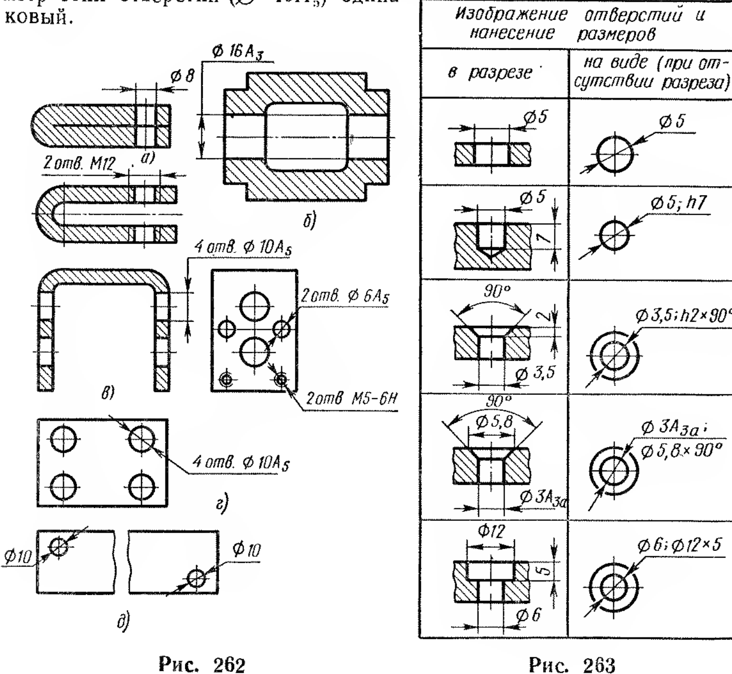


Рис. 261

Если одинаковые элементы изделия (например, отверстия) расположены на разных поверхностях и показаны на разных изображениях, то количество этих элементов записывают отдельно для каждой поверхности. На рис. 262, *г* отдельно записано количество отверстий без резьбы и с резьбой на видах спереди и сверху, несмотря на то, что диаметр этих отверстий (⌀ $10A_5$) одинаковый.



Изображение отверстий и нанесение размеров	
в разрезе	на виде (при отсутствии разреза)
⌀5	⌀ 5
⌀5; 7	⌀5; h7
90°; 2; ⌀ 3,5	⌀3,5; h2×90°
90°; ⌀5,8; ⌀ 3A_{3a}	⌀ 3A_{3a}; ⌀ 5,8×90°
⌀12; 5; ⌀6	⌀6; ⌀12×5

Рис. 262

Рис. 263

Допускается повторять размеры одинаковых элементов изделия или их групп (в том числе отверстий), лежащих на одной поверхности, только в том случае, когда они значительно удалены друг от друга и не увязаны между собой размерами (рис. 262, *д*).

На рис. 263 показано, как записывать размеры отверстий в том случае, если отсутствует изображение отверстия в разрезе (сечении) вдоль оси. Обратите внимание на то, что вначале в этой условной записи даются размеры самого отверстия (диаметр, глубина), а затем, если необходимо, размеры конической или цилиндрической раззенковки. Подобная условная запись часто встречается на рабочих чертежах деталей.

НАНЕСЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ РАЗМЕРОВ

Предельные отклонения размеров указывают непосредственно после номинальных размеров.

Существуют три способа нанесения предельных отклоненнй линейных размеров:

первый способ — условными обозначениями полей допусков и посадок согласно стандартам на допуски и посадки общего применения без ссылки на номер стандарта, например: $\varnothing$ 18A; $\varnothing$ 15X_3; $\varnothing$ 38B_4;

второй способ — числовыми величинами в мм, соответствующими стандартным предельным отклонениям, например: $12^{-0,02}_{-0,07}$; $6 \pm 0,24$;

третий способ — условными обозначениями предельных отклонений с указанием справа в скобках их числовых величин, например, $12X_3\left(^{-0,02}_{-0,07}\right)$.

Способ указания предельных отклонений зависит от вида производства. Наиболее часто применяется первый способ обозначения, в особенности на заводах при серийном изготовлении изделия и при хорошей организации мерительного хозяйства. При индивидуальном и опытном производстве, когда при изготовлении изделий пользуются универсальным мерительным инструментом, целесообразно предельные отклонения размеров наносить по второму способу. Третий способ нанесения предельных отклонений применяется при опытном производстве, для сокращения времени на переоформление чертежей и в случаях, предусмотренных ГОСТом 2.307—68, о которых речь пойдет ниже.

Буквенные обозначения предельных отклонений меньше затемняют чертежи, чем цифровые, и проще при проверке чертежей.

При буквенном условном обозначении предельных отклонений высота букв должна быть равна высоте размерных чисел на чертеже, а высота индексов при буквенных обозначениях несколько меньше, примерно $\frac{2}{3}$ высоты размерных чисел, но не менее 2,5 мм (рис. 264, *а*, *б*, *в*, *г*).

При указании предельных отклонений цифрами последние пишут высотой, равной примерно $\frac{2}{3}$ высоты размерных чисел. Верхнее предельное отклонение размера пишется над нижним (рис. 264, *д*, *ж*).

Предельные отклонения, указываемые числовыми величинами, выраженными десятичной дробью, записывают до последней значащей цифры включительно, выравнивая количество знаков в верхнем и нижнем отклонении добавлением нулей, например: $10^{+0,24}_{-0,20}$; $35^{-0,032}_{+0,100}$.

Отклонение, равное нулю, не указывают. В этом случае плюсовое отклонение наносят на месте верхнего, а минусовое — на месте нижнего предельного отклонения (рис. 264, *в*, *и*).

При симметричном расположении поля допуска абсолютную величину отклонений указывают 1 раз со знаками $\pm$; при этом высота цифр, определяющих отклонения, должна быть равна высоте шрифта номинального размера, например, $60 \pm 0,2$ (рис. 264, *е*).

Если для участков поверхности с одним номинальным размером назначают разные предельные отклонения, то границу между ними наносят сплошной тонкой линией, а номинальный размер указывают с соответствующими предельными отклонениями для каждого участка отдельно (рис. 265, *а*).

Предельные отклонения угловых размеров указывают только числовыми величинами (в градусах, минутах, секундах) (рис. 264, *к*) или текстовой записью без применения условных обозначений.

На рис. 266 показано несколько вариантов нанесения предельных отклонений размеров для деталей конической формы.

Третий способ нанесения предельных отклонений, т. е. условными обозначениями и числовыми значениями, обязателен в следующих случаях:

а) при назначении предельных отклонений (установленных стандартами на допуски и посадки) размеров, не включенных в ряды нормальных линейных размеров по ГОСТу 6636—69, например, $41,5A^{(+0,0270)}$;

б) при назначении предельных отклонений, установленных стандартами на определенные виды изделий и их элементы, например, посадки подшипников, шпонок и т. д. (рис. 265, *б*);

в) при назначении предельных отклонений размеров уступов с несимметричным полем допуска (рис. 265, *в*);

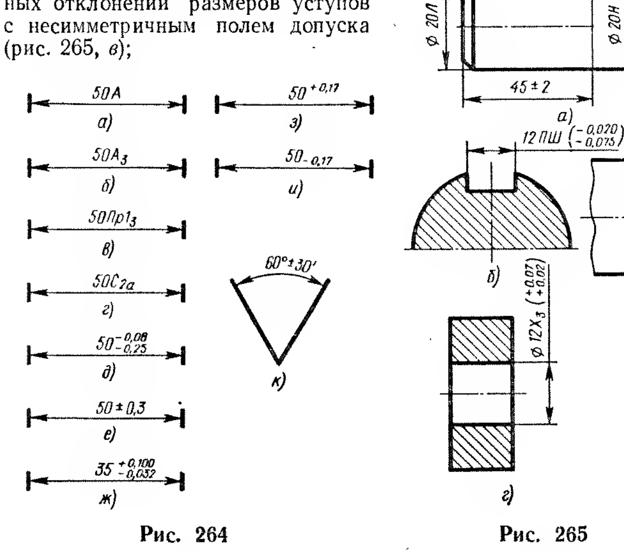


Рис. 264 **Рис. 265**

г) при назначении предельных отклонений отверстий в системе вала (рис. 265, *г*).

Предельные отклонения размеров деталей, изображенных на чертеже в сборе, указывают одним из следующих способов:

а) в виде дроби, в числителе которой указывают условное обозначение поля допуска отверстия (охватывающей детали), а в знаменателе — условное обозначение поля допуска вала (охватываемой детали) — рис. 267, *а*;

б) в виде дроби, в числителе которой указывают числовые величины предельных отклонений отверстия, а в знаменателе — числовые величины предельных отклонений вала (рис. 267, *б*);

в) в виде записи, в которой указывают предельные отклонения только одной из сопрягаемых деталей. В этом случае необходимо пояснить, к какой детали относятся эти отклонения (рис. 267, *в*).

Предельные отклонения размеров относительно низкой точности, многократно повторяющихся на чертеже, на самом изображении не наносят, а в технических требованиях делают запись, типа: «Неука-

занные предельные отклонения размеров: отверстий — по A_7, валов— по B_7, остальных — по CM_7» или «Неуказанные предельные отклонения размеров: диаметров — по A_5, B_5; остальных — по CM_5».

Особенности нанесения предельных отклонений размеров для некоторых деталей и их элементов:

1. Если требуется указать только один предельный размер (второй ограничен в сторону увеличения или уменьшения каким-либо условием или конструктивными особенностями), то вместо номинального размера со вторым предельным отклонением указывают предельный наибольший или наименьший размеры с индексами max или min (рис. 267, *г*).

Рис. 266

Рис. 267

2. Если необходимо ограничить колебания размера одинаковых элементов одной детали в пределах части поля допуска (рис. 268, *а*) или необходимо ограничить величину накопленной погрешности расстояния между повторяющимися элементами (рис. 268, *б*), то эти данные указывают в технических требованиях.

3. Допускается на сборочных чертежах указывать предельные размеры для зазоров, натягов, мертвых ходов и т. п., например, «Осевое смещение кулачка выдержать в пределах 0,6—1,4 мм».

4. Предельные отклонения расположения осей отверстий можно указывать двумя способами:

а) предельным смещением осей от номинального расположения в соответствии с требованиями ГОСТа 2.308—68;

б) предельными отклонениями размеров, координирующих оси (рис. 268, *в*, *г*, *д*). Расстояние оси отверстия от заданной поверхности или расстояние между осями отверстий всегда имеет симметричное отклонение ±.

Если предельные отклонения для нескольких отверстий, расположенных на одной оси, не одинаковы, то следует наносить размеры для каждого элемента в отдельности (рис. 269, *а*); можно рекомендовать при необходимости дополнить их указаниями о том, к каким элементам эти размеры относятся (рис. 269, *б*, *в*).

5. Если необходимо с высокой точностью изготовить деталь из легко деформируемого материала (войлока, резины и т. п.), то непосредственно проконтролировать размеры такой детали практически невозможно. В таких случаях при простановке размера на чертеже детали указывают «инстр.», например, ∅ $40^{+0,1}$ инстр., т. е. контроль производится косвенно, путем указания точности выполнения инструмента (пресс-формы и т. п.). В технических требованиях делают запись: «Размеры с припиской «инстр.» даны для инструмента».

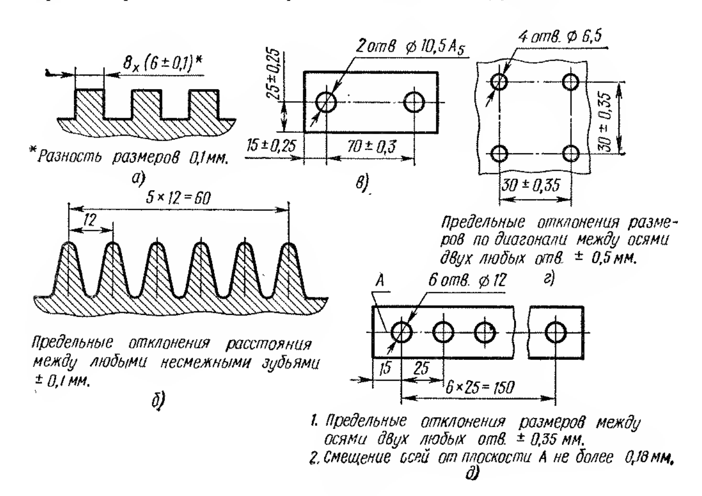


Рис. 268

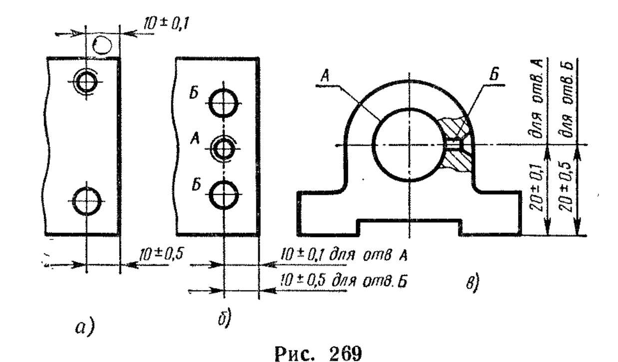


Рис. 269

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

(по ГОСТу 7713—62)

В соединении двух деталей, входящих одна в другую, различают охватывающую и охватываемую поверхности соединения. Соединение может быть цилиндрическим или плоским в зависимости от характера

охватывающей и охватываемой поверхностей. У цилиндрических соединений охватывающая поверхность носит общее название «отверстие», а охватываемая — «вал». Эти названия условно применимы и для нецилиндрических поверхностей.

Выполняя рабочий чертеж детали, конструктор в первую очередь проставляет номинальные размеры. **Номинальным** называется основной размер, определяемый расчетом, исходя из функционального назначения детали, и служащий началом отсчета отклонений.

Номинальным размером соединения является общий размер для отверстия и вала, т. е. для деталей, составляющих соединение.

В производстве номинальные размеры абсолютно точно не могут быть выполнены; действительные размеры детали всегда отличаются от номинального в бо́льшую или ме́ньшую сторону. Поэтому различают три категории размеров: номинальные (расчетные), выбираемые в соответствии с ГОСТом 6636—69, действительные и предельные размеры.

Действительным называется размер, полученный в результате измерения готовой детали с допустимой степенью погрешности.

Предельными называются два граничных значения размера, между которыми должен находиться действительный размер. Бо́льшее из этих значений называется наибольшим предельным размером, меньшее — наименьшим предельным размером (рис. 270).

Действительным отклонением размера называется алгебраическая разность между действительным значением размера и его номинальным значением. Отклонение может быть положительным и отрицательным.

Если действительный размер больше номинального, то отклонение является положительным, если меньше номинального, то отрицательным.

В связи с тем, что существуют наибольший и наименьший предельные размеры, вводится понятие о верхнем и нижнем предельных отклонениях. **Верхним предельным отклонением** называется алгебраическая разность между наибольшим предельным размером и номинальным, а **нижним предельным отклонением** — алгебраическая разность между наименьшим предельным размером и номинальным.

Рассмотрим пример. Номинальный размер вала равен ∅ 50 мм; наибольший предельный размер, заданный конструктором, — ∅ 50,02 мм, а наименьший — ∅ 49,5 мм; действительный размер изготовленной детали равен ∅ 49,8 мм. В этом случае:

верхнее предельное отклонение 50,02 — 50 = 0,02 мм;
нижнее предельное отклонение 49,5 — 50 = — 0,5 мм;
действительное отклонение размера 49,8 — 50 = —0,2 мм.

Введем понятие о допусках.

Допуском размера называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами. В нашем примере величина допуска составляет 50,02 — 49,5 = 0,52 мм.

Допуск размера может быть подсчитан и как алгебраическая разность между верхним и нижним предельными отклонениями. В нашем примере 0,02 — (—0,5) = 0,52 мм.

Нулевой линией называется линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок (рис. 270). Положительные отклонения откладываются вправо от нулевой линии, отрицательные — влево.

Полем допуска называется интервал значений размеров, ограниченный предельными размерами; оно определяется величиной допуска

и его расположением относительно номинального размера. На схеме (рис. 270) поле допуска изображается заштрихованной зоной между линиями, соответствующими верхнему и нижнему предельным отклонениям.

Верхняя граница поля допуска соответствует наибольшему предельному размеру, нижняя граница — наименьшему предельному размеру.

На рис. 271, *а*, *б* дано графическое истолкование поля допуска для различных случаев предельных отклонений размеров.

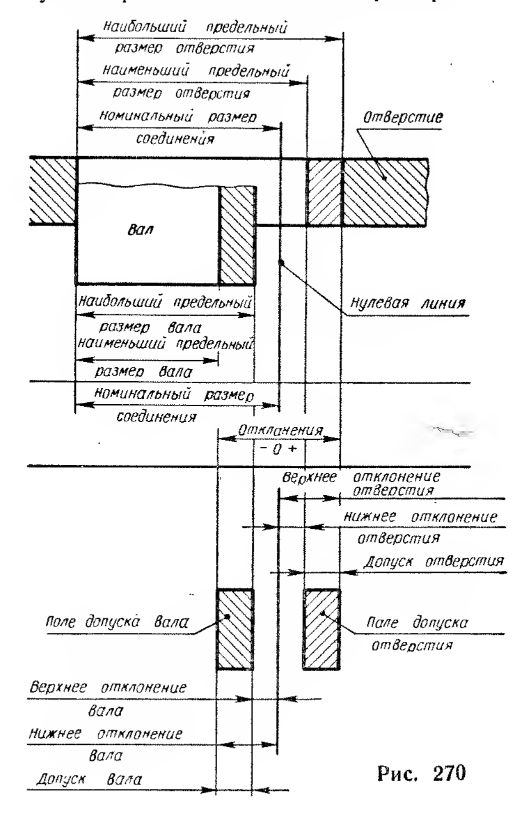


Рис. 270

В зависимости от характера требуемого сопряжения деталей предельные отклонения размеров могут иметь положительные или отрицательные значения. В частном случае одно из отклонений может равняться нулю.

Если оба отклонения являются положительными или отрицательными, то деталь, имеющая действительный размер, равный номинальному, должна быть забракована, так как такой действительный размер будет находиться вне поля допуска. Проверка допусков осуществляется с помощью предельных калибров.

Сборку двух деталей можно осуществить с зазором (одна деталь свободно входит в другую) или с натягом (для соединения деталей необходимо затратить усилие). Характер соединения двух деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов, называется **посадкой.**

Посадка характеризует бо́льшую или меньшую свободу относительного перемещения соединяемых деталей или степень сопротивления их взаимному смещению.

Зазором называется положительная разность между размерами отверстия и вала (размер отверстия больше размера вала).

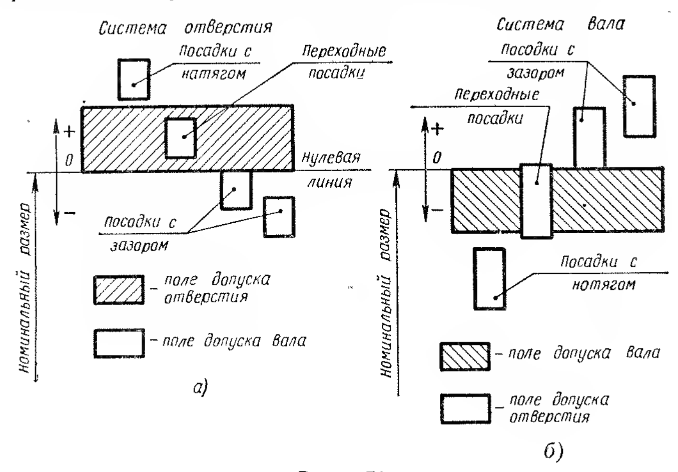


Рис. 271

Натягом называется положительная разность между размерами вала и отверстия до сборки деталей (размер вала больше размера отверстия).

В необходимых случаях зазор можно выразить как отрицательный натяг, а натяг — как отрицательный зазор.

Посадки подразделяются на три группы:

1. Посадки с натягом: горячая (*Гр.*), прессовая 3-я (*Пр3*), прессовая 2-я (*Пр2*), прессовая 1-я (*Пр1*), прессовая (*Пр*), легкопрессовая (*Пл*). Для этих посадок диаметр отверстий меньше диаметра вала, что обеспечивает соответствующий натяг соединения. Для легкопрессовой посадки наименьший натяг равен нулю.

2. Переходные посадки: глухая (*Г*), тугая (*Т*), напряженная (*Н*) и плотная (*П*). Для этих посадок диаметр отверстия может быть меньше, больше или равен диаметру вала.

3. Посадки с зазором: скользящая (*С*), движения (*Д*), ходовая (*Х*), легкоходовая (*Л*), широкоходовая (*Ш*), широкоходовая 1-я (*Ш1*), широкоходовая 2-я (*Ш2*), тепловая ходовая (*ТХ*).

Для этих посадок диаметр отверстия больше диаметра вала, что обеспечивает в соединении зазор между деталями. Для скользящей посадки наименьший зазор равен нулю.

На рис. 271 показано расположение полей допусков для посадок с натягом, зазором и переходных.

Применяют две системы посадок: систему отверстия и систему вала. Система отверстия характеризуется тем, что при определенном номинальном размере и заданном классе точности предельные отклонения отверстия постоянны, а различные посадки достигаются за счет изменения предельных отклонений вала. Наименьший предельный размер отверстия равен номинальному.

Система вала характеризуется тем, что при определенном номинальном размере и заданном классе точности предельные отклонения вала остаются постоянными, а различные посадки достигаются за счет изменения предельных отклонений отверстия. Наибольший предельный размер вала равен номинальному.

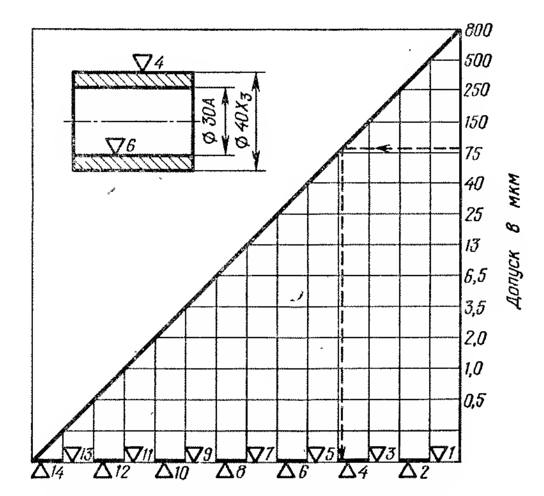


Рис. 272

Предельные отклонения размеров в системе отверстия и системе вала для различных посадок и классов точности установлены государственными стандартами. Каждая из систем посадок выполняется по различным классам точности, обозначенным индексами 1, 2, 2а, 3, 3а, 4, 5, 7, 8 и др. Классы расположены в порядке убывания точности, т. е. самый высокий класс точности первый. Чем ниже класс точности для данной посадки, тем больший зазор для подвижных соединений или натяг для неподвижных посадок. Для второго класса точности, как наиболее распространенного, указывают лишь буквенное обозначение посадки, без индекса 2.

Буквой *А* условно обозначают поля допусков отверстий, а буквой *В* — поля допусков вала.

Размер отверстия и значение поля допуска в системе отверстия указывают на чертеже значением номинального диаметра, буквой *А*, стоящей после размерного числа, и индексом класса точности (кроме второго), например, $\varnothing\ 50A$, $\varnothing\ 38A_3$ и т. д.

Размер вала и значение поля допуска в системе отверстия указывают значением номинального размера, условным обозначением посадки и классом точности (кроме второго), например, $\varnothing$ 45X, $\varnothing$ 60$Пр1_3$ и т. д. Величины предельных отклонений для данного диаметра отверстия можно определить по таблицам стандартов на допуски. Нижнее отклонение отверстия для всех посадок в системе отверстия равно нулю, а верхнее отклонение берется с плюсом.

Размер и значение поля допуска вала в системе вала указывают на чертеже значением номинального размера, буквой B и индексом класса точности, например, $\varnothing$ 50B_1, $\varnothing$ 45B и т. д.

Размер отверстия в системе вала указывают значением номинального размера, условным обозначением посадки и классом точности, например, $\varnothing$ 65$Л_3$.

Величины предельных отклонений берут при необходимости из таблиц стандартов. В системе вала верхнее отклонение вала для всех посадок всегда равно нулю, а нижнее отклонение берется с минусом.

Допуски и классы чистоты взаимосвязаны. Для сопрягаемых поверхностей минимально необходимый класс чистоты должен соответствовать назначенным допускам. На диаграмме (рис. 272) можно ориентировочно определить необходимый класс чистоты поверхности. Например, для размера $\varnothing$ 40X_3 предельные отклонения по таблице стандартов составляют —32 и —100 мкм, следовательно, допуск равен —32 — (—100) = 68 мкм. Из диаграммы видно, что шероховатость поверхности может быть $\triangledown 4$.

В приложении даны сводные таблицы посадок и обозначений полей допусков отверстий и валов (табл. 185—188).

УКАЗАНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

(по ГОСТу 2.308—68)

Рабочий чертеж должен содержать все данные, характеризующие требуемую точность изготовления детали. Точность изготовления отдельных элементов детали определяется не только отклонениями размеров, но и отклонениями формы и расположения их поверхностей.

Основные определения и предельные отклонения формы и расположения поверхностей даны в ГОСТе 10356—63.

Отклонение формы есть несоответствие между формой реальной поверхности или реального профиля, получаемых при обработке, и формой геометрической поверхности или геометрического профиля, заданных чертежом.

К отклонениям формы плоских поверхностей относятся неплоскостность (отклонение от плоскостности) и непрямолинейность (отклонение от прямолинейности).

Неплоскостность — наибольшее расстояние точек реальной поверхности до прилегающей плоскости. Неплоскостность шаброванных поверхностей чаще всего контролируют с помощью поверочных плит по методу пятен «на краску».

Непрямолинейность — наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей прямой. Непрямолинейность поверхностей проверяют с помощью лекальных линеек по методу световой щели «на просвет».

К отклонениям формы цилиндрических поверхностей относятся нецилиндричность (отклонение от цилиндричности), некруглость (отклонение от круглости) и отклонение профиля продольного сечения.

Нецилиндричность — наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в направлении, параллельном оси цилиндра. Нецилиндричность определяется полуразностью наибольших и наименьших диаметров поверхности в различных сечениях и направлениях.

Некруглость — наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в направлении, перпендикулярном к оси цилиндра. Некруглость контролируется на специальных приборах — макропрофилографах.

Отклонение профиля продольного сечения — наибольшее расстояние от точек реального профиля до соответствующей стороны прилегающего профиля. Выявляется это отклонение путем записи профилограммы противоположных профилей продольного сечения.

Таблица 11

Условное обозначение отклонения формы поверхности
(по ГОСТу 2.308—68)

Наименование отклонения		Знак
краткое	полное	
Неплоскостность	Отклонение от плоскостности	▱
Непрямолинейность	Отклонение от прямолинейности	—
Нецилиндричность	Отклонение от цилиндричности	⌭
Некруглость	Отклонение от круглости	○
—	Отклонение профиля продольного сечения (относится к цилиндрической поверхности)	=

В табл. 11 указаны знаки, применяемые для условного обозначения отклонений формы поверхности. Кроме отклонения формы различают отклонения в расположении поверхностей.

Под отклонением расположения понимается отклонение от номинального расположения рассматриваемой поверхности, ее оси или плоскости симметрии относительно баз или от номинального взаимного расположения поверхностей.

Базой называется совокупность поверхностей, линий и точек, по отношению к которым определяется расположение рассматриваемой поверхности. Если базы не указаны, имеется в виду взаимное расположение поверхностей.

ОТКЛОНЕНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

1. **Непараллельность** (отклонение от параллельности). Контроль непараллельности плоскостей осуществляется с помощью поверочной плиты, на которую деталь устанавливают базовой поверхностью, и измерительной головки, перемещающейся параллельно плоскости плиты.

2. **Неперпендикулярность** (отклонение от перпендикулярности). Контроль неперпендикулярности осуществляется с помощью угольников и индикаторных устройств.

3. **Несоосность** (отклонение от соосности) и **несимметричность** (отклонение от симметричности). Несоосность и несимметричность контролируются с помощью проходных ступенчатых калибров (пробок или втулок).

4. **Радиальное биение.** Контроль радиального биения осуществляется с помощью измерительной головки.

5. **Торцовое биение.** Также контролируется измерительной головкой.

6. **Непересечение осей.** Контроль непересечения осей отверстий осуществляется с помощью индикаторного приспособления.

7. **Смещение осей от номинального расположения.** Определяется наибольшим расстоянием между действительным и номинальным расположением оси (или плоскости симметрии) на всей длине l рассматриваемой поверхности. В табл. 12 приведены знаки, применяемые для условного обозначения отклонения расположения поверхностей.

Допуски на расположение поверхностей могут быть зависимыми и независимыми.

Зависимым называется допуск расположения, величина которого зависит не только от заданных предельных отклонений расположения, но и от действительных отклонений размеров рассматриваемых поверхностей (диаметров цилиндрических отверстий и валов, ширины призматических пазов и выступов и т. п.). При зависимых допусках должны задаваться предельные отклонения расположения, соответствующие наименьшим предельным размерам охватывающих поверхностей (отверстий) и наибольшим предельным размерам охватываемых поверхностей (валов).

Зависимые допуски расположения назначаются для деталей, которые сопрягаются одновременно по двум или нескольким поверхностям.

Независимым называется допуск расположения, величина которого определяется только заданным предельным отклонением расположения и не зависит от действительных отклонений размеров рассматриваемых поверхностей.

Рассмотрим правила нанесения на чертежах условных обозначений предельных отклонений формы и расположения поверхностей.

Условное обозначение предельных отклонений формы и расположения поверхностей указывают в прямоугольных рамках, состоящих из двух или трех частей (рис. 273). В первой части рамки помещают условный знак отклонения по табл. 11 или 12, во второй — величину предельного отклонения в миллиметрах и в третьей — буквенное

Таблица 12

Условное обозначение отклонения расположения поверхности
(по ГОСТу 2.308—68)

Наименование отклонения		Знак
краткое	полное	
Непараллельность	Отклонение от параллельности	//
Неперпендикулярность	Отклонение от перпендикулярности	⊥
Несоосность	Отклонение от соосности	⎯⌐⎯
—	Торцовое биение	↑
—	Радиальное биение	
Непересечение осей	Отклонение от пересечения осей	×
Несимметричность	Отклонение от симметричности	÷
—	Смещение осей от номинального расположения	+

обозначение базы или другой поверхности, относительно которой определяется отклонение расположения. Если баз несколько, то вписывают все их обозначения; если базы нет или она не обозначена буквой и не требуется указывать другие поверхности, рамка состоит из двух частей.

Линии рамки и линии, делящие ее на части,— сплошные тонкие. Размер шрифта букв, цифр и знаков, вписываемых в рамки, должен быть равен размеру шрифта размерных чисел на данном чертеже. Высота рамки превышает размер шрифта на 2—3 мм. Общие габариты рамки зависят от надписей. Как правило, рамку на чертеже располагают горизонтально, параллельно основной надписи. При недостатке места допускается располагать ее вертикально.

На рис. 273 даны различные случаи записи значений предельных отклонений.

Запись на рис. 273, *а* означает, что отклонение от прямолинейности на величину 0,1 мм относится ко всей длине поверхности детали.

Запись на рис. 273, *б* означает, что отклонение от прямолинейности на величину 0,1 мм относится к любому участку поверхности длиной 100 мм.

На рис. 273, *в* значение отклонения (0,1 мм) дано для участка площади детали величиной 200×100 мм.

Если необходимо назначить предельные отклонения формы или расположения одновременно на всей длине (или площади) поверхности и на заданной длине (или площади), то рамку делят на две части и запись

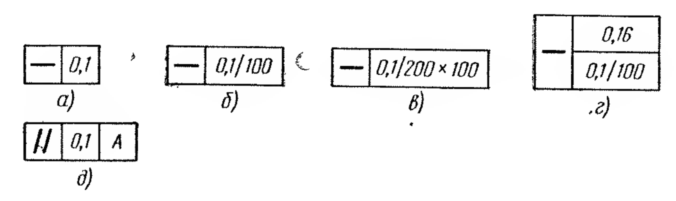


Рис. 273

выполняют по примеру, приведенному на рис. 273, *г*. Читается эта запись так: «Отклонение от прямолинейности по всей поверхности детали должно быть не более 0,16 мм и не более 0,1 мм на любом участке длиной 100 мм».

Рамку с данными о предельных отклонениях формы или расположения соединяют с элементом, к которому относится предельное отклонение, прямой или ломаной тонкой сплошной линией, заканчивающейся стрелкой.

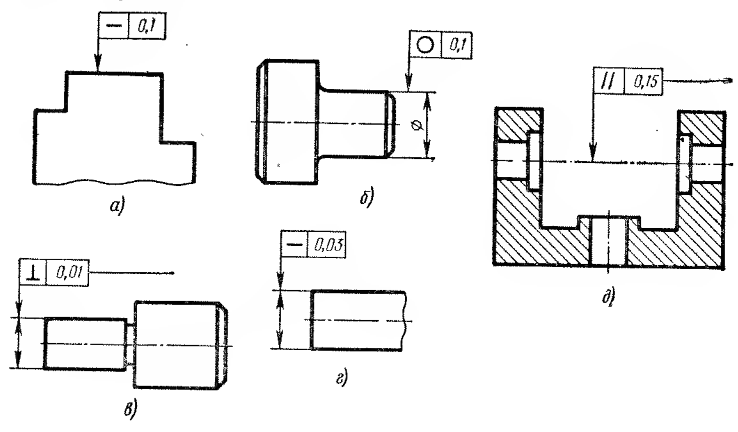


Рис. 274

Если предельное отклонение относится к поверхности или ее профилю, рамку соединяют с контурной линией поверхности или с ее продолжением (рис. 274, *а*, *б*). Если предельное отклонение относится к оси или к плоскости симметрии, то соединительная линия должна быть продолжением размерной линии (рис. 274, *в*). В случае недостатка места допускается стрелку размерной линии совмещать со стрелкой соединительной линии (рис. 274, *г*). Когда отклонение относится к общей оси или плоскости симметрии и из чертежа ясно, для каких поверх-

ностей данная ось является общей, рамку соединяют непосредственно с осью (рис. 274, *д*).

Направление отрезка соединительной линии, заканчивающегося стрелкой, должно отвечать направлению измерения отклонения.

Если какая-либо поверхность принята за базу, по отношению к которой задается значение предельного отклонения, то рамка соединяется тонкой линией с этой поверхностью и у базы линия заканчивается

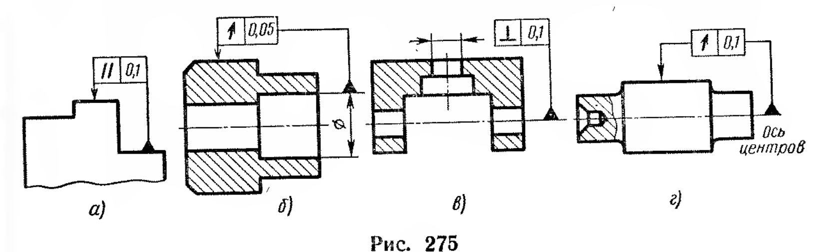


Рис. 275

зачерненным треугольником (рис. 275). Треугольник, обозначающий базу, должен быть равносторонним с высотой, приблизительно равной размеру шрифта размерных чисел.

Правила соединения рамки с базой те же, что и для элементов, к которым относится предельное отклонение. На рис. 275, *а* показан случай, когда базой служит поверхность детали, на рис. 275, б — ось или плоскость симметрии, а на рис. 275, *в* — общая ось или общая плоскость симметрии.

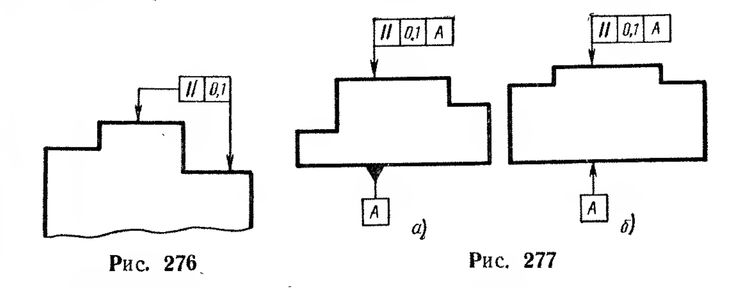


Рис. 276 Рис. 277

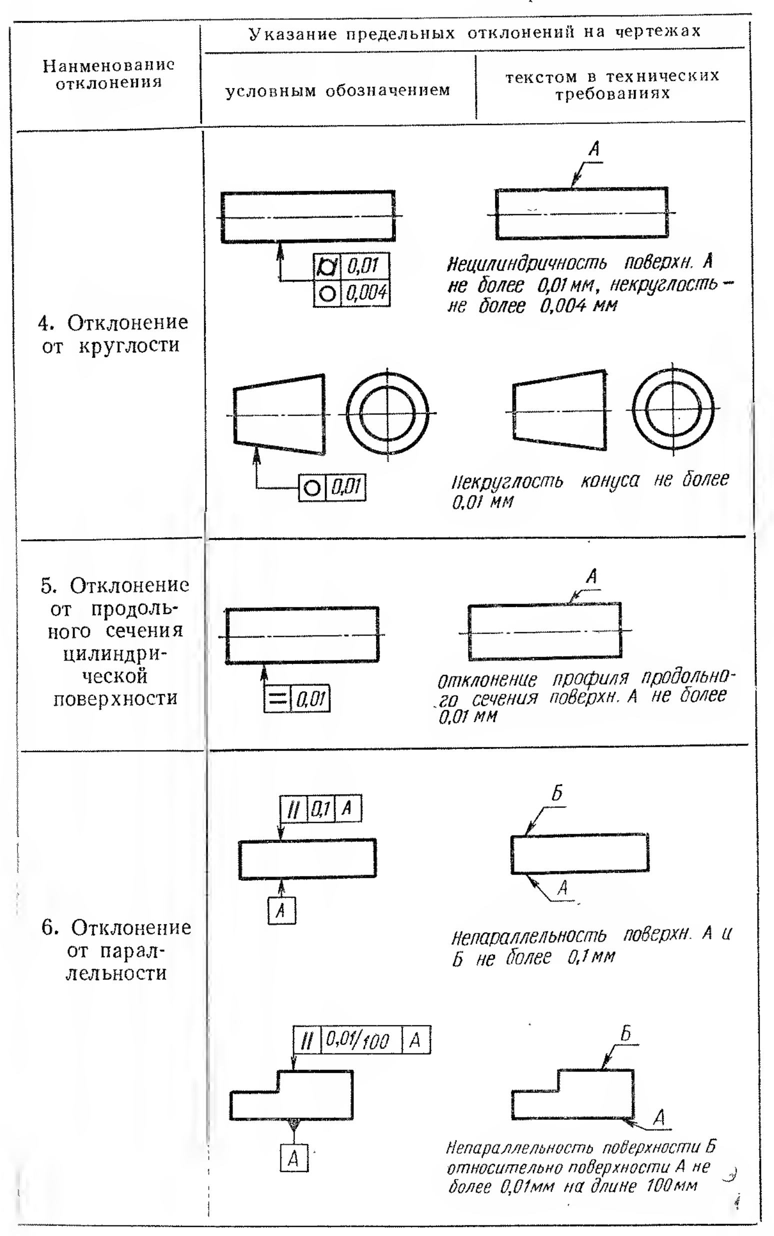
В том случае, когда базой является ось центровых отверстий, рядом с обозначением базовой оси делают надпись *«Ось центрсв»* (рис. 275, *г*).

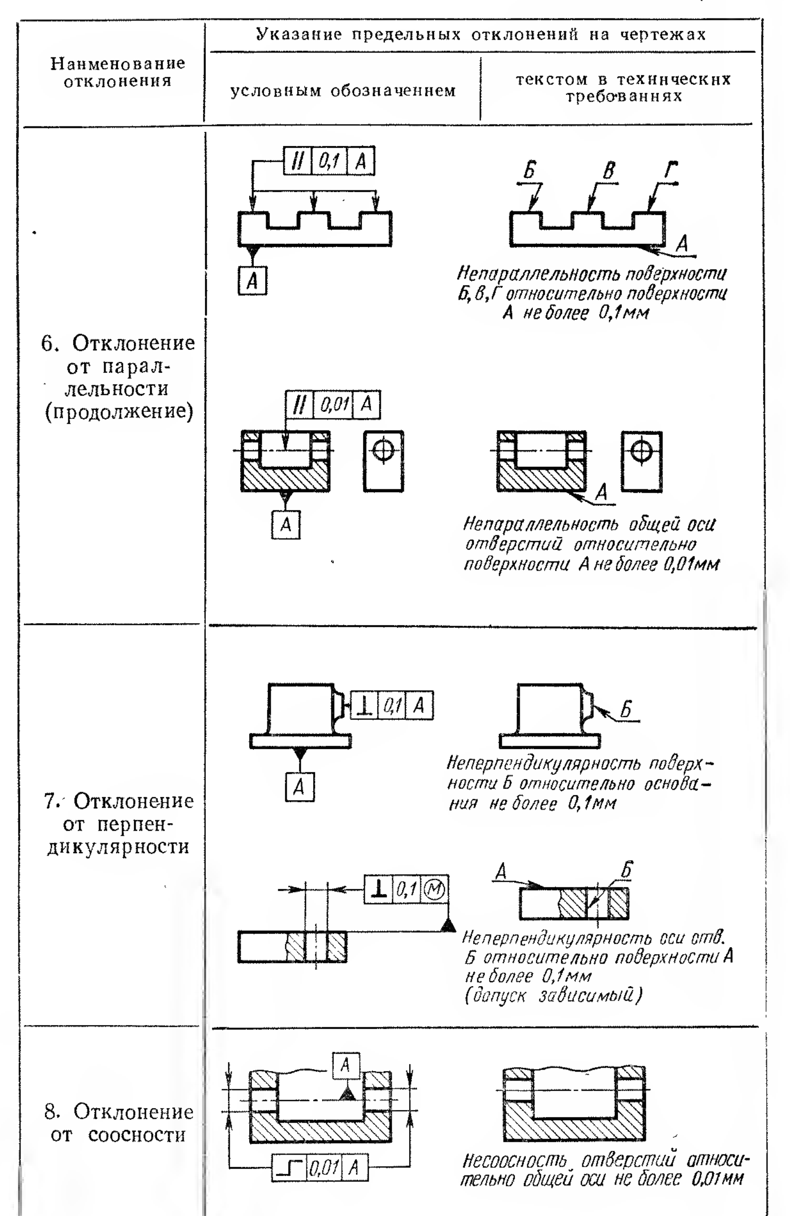
Если нет необходимости выделять одну из поверхностей как базу, треугольник заменяют стрелкой, т. е. обе соединительные линии, идущие от рамки, оканчиваются стрелками (рис. 276).

Если соединение рамки с базой или с другой поверхностью, к которой относится отклонение, затруднено или затемняет чертеж, то соответствующую поверхность обозначают прописной буквой. Эту букву вписывают в квадратную рамку, которую соединяют с обозначаемой поверхностью детали линией, оканчивающейся стрелкой или зачерненным треугольником, если поверхность служит базой (рис. 277, *а*, *б*). Эту же букву вписывают в третью часть рамки с данными о предельных отклонениях расположения.

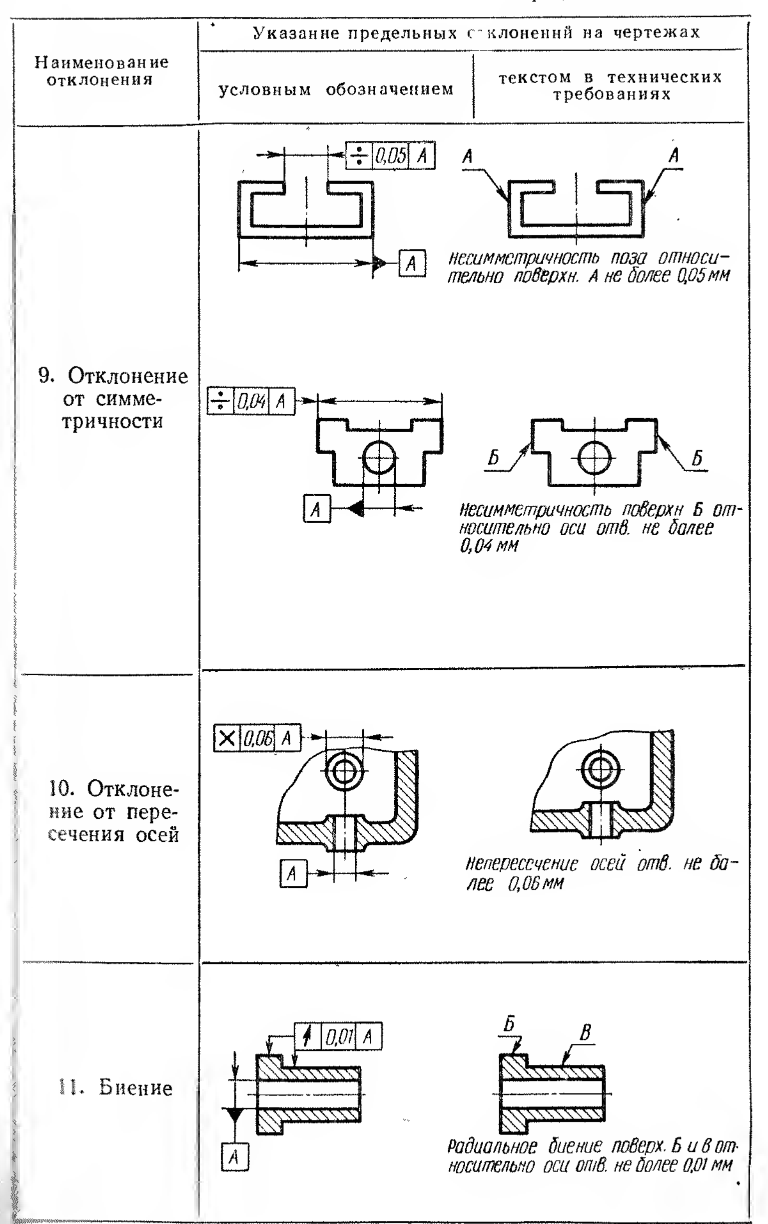
Таблица 13

Наименование отклонения	Указание предельных отклонений на чертежах: условным обозначением	Указание предельных отклонений на чертежах: текстом в технических требованиях
1. Отклонение от плоскостности	0,05 0,1	Неплоскостность поверхн. А не более 0,05 мм Отклонение поверхностей А от общей прилегающей плоскости не более 0,1 мм
2. Отклонение от прямолинейности	0,1/300 0,01	Непрямолинейность образующей поверхн. А не более 0,1 мм на длине 300 мм Непрямолинейность образующей конуса не более 0,01 мм
3. Отклонение от цилиндричности	0,01	Нецилиндричность поверхн. А не более 0,01 мм





Наименование отклонения	Указание предельных отклонений на чертежах: условным обозначением	Указание предельных отклонений на чертежах: текстом в технических требованиях
6. Отклонение от параллельности (продолжение)	// 0,1 A; A	Непараллельность поверхности Б, В, Г относительно поверхности А не более 0,1 мм
	// 0,01 A; A	Непараллельность общей оси отверстий относительно поверхности А не более 0,01 мм
7. Отклонение от перпендикулярности	⊥ 0,1 A; A	Неперпендикулярность поверхности Б относительно основания не более 0,1 мм
	⊥ 0,1 Ⓜ	Неперпендикулярность оси отв. Б относительно поверхности А не более 0,1 мм (допуск зависимый)
8. Отклонение от соосности	A; ⌐ 0,01 A	Несоосность отверстий относительно общей оси не более 0,01 мм



Наименование отклонения	Указание предельных отклонений на чертежах: условным обозначением	Указание предельных отклонений на чертежах: текстом в технических требованиях
9. Отклонение от симметричности	÷ 0,05 A; A	Несимметричность паза относительно поверхн. А не более 0,05 мм
	÷ 0,04 A; A	Несимметричность поверхн Б относительно оси отв. не более 0,04 мм
10. Отклонение от пересечения осей	× 0,06 A; A	Непересечение осей отв. не более 0,06 мм
11. Биение	↗ 0,01 A; A	Радиальное биение поверх. Б и В относительно оси отв. не более 0,01 мм

Если предельные отклонения формы или расположения на отдельных участках поверхности должны быть различны, то эти участки разделяют тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и величин предельных отклонений (рис. 278, *а*).

Зависимые допуски расположения поверхностей обозначают условным знаком Ⓜ, который помещают во второй части рамки после предельного отклонения (рис. 278, б). Если не указан вид допуска расположения, его считают независимым.

Указание о зависимых допусках расположения допускается делать записью в технических требованиях, например, «Все предельные отклонения от соосности и симметричности зависимые».

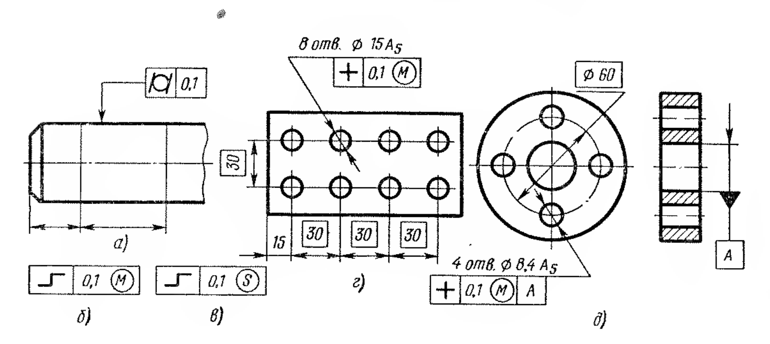


Рис. 278

Если зависимые допуски расположения составляют большинство, то независимые допуски обозначают знаком Ⓢ, помещаемым в рамке после предельного отклонения (рис. 278, *в*), а в технических требованиях делают запись, например, «Все предельные отклонения от соосности и симметричности зависимые, кроме обозначенных знаком Ⓢ».

При указании предельных отклонений на смещение осей от номинального расположения линейные и угловые размеры, определяющие номинальное расположение осей, указывают на чертежах без предельных отклонений и обязательно заключают в прямоугольные рамки (рис. 278, *г*, *д*).

Если предельные отклонения формы или расположения поверхностей указывают не условными обозначениями, а текстом в технических требованиях, то текст должен содержать следующее:

а) наименование отклонения (предпочтительно краткое);

б) указание поверхности (или другого элемента), для которой задается предельное отклонение (для этого используют конструктивное наименование элемента или его буквенное обозначение);

в) значение предельного отклонения в миллиметрах.

При указании предельного отклонения расположения поверхностей дополнительно указывают наименование базы. Примеры указания (графического и в записи) предельных отклонений формы и расположения поверхностей даны в табл. 13.

ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

Под шероховатостью поверхности понимается совокупность микронеровностей, образующих рельеф поверхности и рассматриваемых в пределах участка, длина l которого выбирается в зависимости от характера поверхности (рис. 279). Участок l называется базовой длиной.

В качестве критериев шероховатости поверхности ГОСТ 2789—59* устанавливает два параметра: 1) среднее арифметическое отклонение профиля R_a, 2) высоту неровностей R_z.

Под средним арифметическим отклонением профиля R_a понимается среднее значение расстояний (y_1, y_2, . . ., y_n) точек измеренного профиля до его средней линии (рис. 279):

$$R_a = \frac{y_1 + y_2 + \cdots + y_n}{n} \text{ или } R_a \approx \frac{\sum_1^n (y)}{n}.$$

Расстояние до средней линии суммируется без учета алгебраического знака.

Средняя линия делит измеряемый профиль таким образом, что в пределах базовой длины сумма квадратов расстояний (y_1, y_2, . . ., y_n) точек профиля до этой линии минимальная. Средняя линия служит базой для определения числовых значений шероховатости.

Под высотой неровностей R_z понимается среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины l пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин, измеренное от линии, параллельной средней линии (рис. 279):

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + \cdots + h_9) - (h_2 + h_4 + \cdots + h_{10})}{5}.$$

ГОСТ 2789—59 устанавливает 14 классов чистоты поверхности.

В табл. 14 приведены максимальные числовые значения R_z и R_a при базовых длинах l для различных классов чистоты поверхности.

Для классов 6—12 основной является шкала R_a, а для классов 1—5, 13 и 14 — шкала R_z. Классы чистоты поверхности от 6 до 14-го дополнительно подразделяются на разряды чистоты, приведенные в табл. 14. Пользоваться разрядами следует лишь тогда, когда по условиям производства требуется бо́льшая дифференция шероховатости поверхности, чем это предусмотрено шкалой классов чистоты.

Шероховатость поверхности играет большую роль в работе сопряженных деталей. Она влияет на трение и износ трущихся поверхностей, нагрев деталей, долговечность работы изделия и др.

Выбор класса чистоты поверхности производится в соответствии с условиями работы сопряжения, экономическими факторами, техническими требованиями к эксплуатации механизма и пр.

В табл. 15 приведены классы чистоты поверхностей, получаемые для литых деталей, в табл. 16 — для деталей, обрабатываемых давлением, а в табл. 17 — для деталей, обрабатываемых резанием.

Рекомендуемые классы чистоты исходя из эксплуатационных требований приведены в табл. 18.

---

* С 1 января 1975 г. вводится в действие ГОСТ 2789—73

8 Заказ 1011

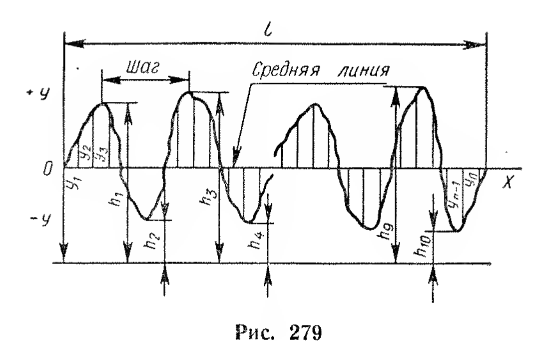


Рис. 279

Таблица 14

Числовые значения величин шероховатости R_a и R_z и базовые длины (l)

(по ГОСТу 2789—59)

Класс чистоты поверхности	Наибольшие значения величин шероховатости в мкм						Базовая длина l в мм
	R_a			R_z			
	Разряды						
	а	б	в	а	б	в	
1 2 3	80 40 20	— — —	— — —	320 160 80	— — —	— — —	8
4 5	10 5	— —	— —	40 20	— —	— —	2,5
6 7 8	2,5 1,25 0,63	2 1,0 0,5	1,6 0,8 0,4	10 6,3 3,2	8 5,0 2,5	— 4,0 2,0	0,8
9 10 11 12	0,32 0,16 0,08 0,04	0,25 0,125 0,063 0,032	0,20 0,10 0,05 0,025	1,6 0,8 0,4 0,2	1,25 0,63 0,32 0,16	1,0 0,50 0,25 0,125	0,25
13 14	0,02 0,01	0,016 0,008	0,012 0,006	0,1 0,05	0,08 0,04	0,063 0,032	0,08

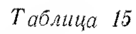


Таблица 15

Шероховатость поверхности литых заготовок деталей

Вид обработки	Материал	Классы чистоты поверхности по ГОСТу 2789—59	
		возможные	оптимальные
Литье в песчаные формы (в землю)	Черные металлы Цветные сплавы	▽1—(▽3) ▽2—(▽4)	400▽
Литье в кокиль	Черные металлы Цветные сплавы	▽3—(▽5) ▽4—(▽6)	▽3
Литье по выплавляемым моделям	Черные металлы Цветные сплавы	▽4—(▽7) ▽4—(▽7)	▽5
Литье в оболочковые формы	Черные металлы Цветные сплавы	▽3—(▽4) ▽4—(▽7)	▽4
Литье под давлением	Цинковые, магниевые и алюминиевые сплавы	▽5—(▽8)	▽5
Центробежное литье	—	▽3—(▽6)	▽4

Таблица 16

Шероховатость поверхностей деталей, обрабатываемых давлением

Вид обработки	Классы чистоты по ГОСТу 2789—59
Горячая ковка в штампах	▽1—▽4
Горячая вырубка и пробивка	▽1—▽4
Горячая объемная штамповка:	
без калибровки	▽2—▽4
то же с электронагреванием	▽3—▽5
с плоскостной холодной калибровкой	▽6—▽9
с объемной холодной калибровкой	▽6—▽9
Холодная объемная штамповка:	
чеканка	▽8—▽9
осадка	▽5—▽6
высадка	▽5—▽6
объемная формовка	▽6—▽7
калибровка	▽8—▽9
выдавливание (прямой способ)	▽7—▽8
Холодная штамповка в вытяжных штампах:	
вытяжка полых деталей простых форм (корпусы, стаканы)	▽6—▽8
то же, но глубокая вытяжка	▽6—▽8
Холодная штамповка в вырубных, пробивных и зачистных штампах:	
контурные размеры при вырубке плоских деталей	▽5—▽6
контурные размеры при пробивке	▽5—▽6
то же при зачистке	▽6—▽8
то же при зачистке и калибровке	▽6—▽8
Круглый холодный прокат (калиброванный)	▽6—▽9
Прокат труб	▽7—▽8
Прокат листовой	▽6—▽9
Прокат ленты	▽7—▽10

Таблица 17

Шероховатость поверхности при различных видах обработки деталей резанием

Вид обработки	Классы чистоты по ГОСТу 2789—59 для материалов		
	сталь	латунь, бронза	легкие сплавы
Автоматическая газовая резка	▽1—▽4	▽1—▽4	▽1—▽4
Отрезка:			
приводной пилой	▽2—▽3	▽2—▽3	▽2—▽3
резцом	▽1—▽3	▽1—▽3	▽1—▽3
фрезой	▽2—▽3	▽2—▽3	▽2—▽3
абразивным кругом	▽5—▽6	▽5—▽6	▽5—▽6
Подрезка торцов	▽4—▽6	▽4—▽6	▽4—▽6
Строгание:			
черновое	▽3—▽4	▽4—▽5	▽3—▽4
чистовое	▽5—▽6	▽6—▽7	▽5—▽6
тонкое	▽7—▽8	▽8	▽7
Долбление:			
черновое	▽2—▽3	▽2—▽3	▽2—▽3
чистовое	▽4—▽6	▽4—▽6	▽4—▽6
Фрезерование цилиндрической фрезой:			
черновое	▽3—▽4	▽4—▽5	▽3—▽4
чистовое	▽5—▽6	▽6	▽5—▽6
тонкое	▽7	▽7	—
Фрезерование торцовой фрезой:			
черновое	▽4—▽5	▽4—▽5	▽4—▽5
чистовое	▽5—▽6	▽5—▽8	▽5—▽6
тонкое	▽7—▽8	▽8—▽9	▽7
Фрезерование скоростное:			
черновое	▽6	▽6	▽6
чистовое	▽7—▽8	▽7—▽9	▽7
Обтачивание продольной подачей:			
обдирочное	▽1—▽3	▽1—▽3	▽1—▽3
получистовое	▽4—▽5	▽4—▽5	▽4—▽5

Вид обработки	Классы чистоты по ГОСТу 2789—59 для материалов		
	сталь	латунь, бронза	легкие сплавы
чистовое	▽6—▽7	▽6—▽7	▽6—▽7
тонкое	▽8—▽9	▽8—▽9	▽8—▽9
Обтачивание поперечной подачей:			
обдирочное	▽1—▽3	▽1—▽3	▽1—▽3
получистовое	▽4—▽5	▽5	▽4—▽5
чистовое	▽6	▽6—▽7	▽6
тонкое	▽7—▽8	▽8—▽9	▽7
Обтачивание скоростное	▽7—▽9	▽7—▽9	▽7—▽9
Сверление отверстий диаметром:			
до 15 мм	▽4—▽5	▽5—▽6	▽4—▽5
св. 15 мм	▽3—▽4	▽4—▽5	▽4—▽5
Рассверливание	▽3—▽4	▽3—▽4	▽3—▽4
Зенкерование:			
черновое	▽3—▽4	▽3—▽4	▽3—▽4
чистовое	▽5—▽6	▽5—▽6	▽5—▽6
Растачивание:			
черновое	▽1—▽2	▽1—▽2	▽1—▽2
получистовое	▽3—▽4	▽3—▽4	▽3—▽4
чистовое	▽6—▽7	▽6—▽7	▽6—▽7
тонкое	▽8—▽9	▽8—▽10	▽7—▽8
Растачивание скоростное	▽7—▽9	▽7—▽9	▽7—▽9
Развертывание:			
получистовое	▽4—▽5	▽4—▽6	▽4—▽5
чистовое	▽6—▽7	▽7—▽8	▽6—▽7
тонкое	▽8—▽9	▽9—▽10	▽8
Протягивание:			
получистовое	▽5	—	—
чистовое	▽6—▽8	—	—
отделочное	▽9—▽10	—	—
Шабрение:			
грубое	▽5—▽7	▽5—▽7	▽5—▽7
тонкое	▽8—▽11	▽8—▽11	—
Слесарная опиловка	▽3—▽7	▽3—▽7	▽3—▽7

Вид обработки	Классы чистоты по ГОСТу 2789—59 для материалов		
	сталь	латунь, бронза	легкие сплавы
Шлифование круглое:			
получистовое	▽5—▽6	▽5—▽6	▽5—▽6
чистовое	▽7—▽8	▽7—▽8	▽7—▽8
тонкое	▽9—▽10	—	—
Шлифование плоское:			
получистовое	▽6	—	—
чистовое	▽7—▽8	—	—
тонкое	▽9—▽10	—	—
Прошивание:			
чистовое	▽7—▽9	▽7—▽9	▽7—▽9
тонкое	▽7—▽12	▽7—▽12	▽7—▽12
Притирка:			
чистовая	▽6—▽9	—	—
тонкая	▽7—▽11	—	—
Полирование:			
обычное	▽7—▽10	▽7—▽10	—
тонкое	▽11—▽12	—	—
Доводка:			
грубая	▽9	▽9	—
средняя	▽10—▽11	▽10—▽11	—
тонкая	▽12	▽12	—
отделочная (зеркальная)	▽13—▽14	—	—
Нарезание резьбы:			
плашкой-метчиком	▽4—▽6	▽4—▽6	▽5—▽6
резцом, гребенкой	▽5—▽6	▽5—▽6	—
фрезой	▽5—▽6	▽5—▽6	—
накатывание роликами	▽7—▽8	▽7—▽8	—
шлифование	▽6—▽7	▽6—▽7	—
Обработка зубчатых колес:			
строгание	▽5—▽6	—	—
фрезерование	▽6—▽7	—	—
шлифование	▽8—▽9	—	—
шевингование	▽7—▽8	—	—
Хонингование плоскостей	▽9—▽11	—	—

Таблица 18

Рекомендуемые классы чистоты поверхности

Класс чистоты поверхности	Обозначение	Обрабатываемые поверхности
5	▽5	Нерабочие поверхности зубчатых колес. Внутренняя поверхность юбки поршня. Внутренняя нерабочая поверхность втулки
6	▽6	Торцовые поверхности, служащие опорой для ступиц зубчатых колес. Боковая поверхность зубьев больших модулей долбленых и строганых колес. Наружная поверхность зубчатого венца. Внутренняя поверхность корпуса под подшипники качения
7	▽7	Нерабочие поверхности бронзовых колес. Опорная плоскость крышки блока. Опорная шаброванная плоскость контрольной инструментальной линейки. Шлифованный пруток для шпилек
8	▽8	Сопрягаемые поверхности бронзовых колес. Нерабочие шейки коленчатого и распределительного валов. Гнезда под вкладыши коленчатого вала. Цилиндрическая поверхность силовых шпилек. Рабочие поверхности ходовых винтов. Поверхности валов под подшипники качения
9	▽9	Наружная поверхность днища поршня. Отверстия поршневых бобышек под палец. Поверхность полок шатунов. Рабочие шейки передаточных валиков. Рабочие поверхности центров. Поверхности валов под подшипники качения классов В, А и С
10	▽10	Рабочие шейки коленчатого вала быстроходного двигателя. Рабочие шейки распределительного вала. Рабочая плоскость клапана. Наружная поверхность юбки поршня. Поверхность лопастей крыльчатки нагнетателя

Класс чистоты поверхности	Обозначение	Обрабатываемые поверхности
11	▽11	Ведущий шток клапана. Наружная поверхность поршневого пальца. Зеркало цилиндрической гильзы. Шарики и ролики подшипников качения. Рабочие шейки прецизионных быстроходных станков
12	▽12	Шарики и ролики высокоскоростных ответственных передач. Измерительные поверхности предельных калибров для 4 и 5-го классов точности. Рабочие поверхности деталей измерительных приборов в подвижных сочленениях средней точности
13	▽13	Измерительные поверхности приборов и калибров высокой точности (1, 2 и 3-го классов). Рабочие поверхности деталей в подвижных сочленениях измерительных приборов высокой точности
14	▽14	Измерительные поверхности плиток. Измерительные поверхности измерительных приборов весьма высокой точности. Измерительные поверхности плиток высоких классов. Поверхности исключительно ответственных точнейших измерительных приборов

ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ
(по ГОСТу 2.309—68) *

Для обозначения шероховатости поверхности на чертежах стандарт устанавливает следующие знаки:

а) знак равностороннего треугольника (▽), рядом с которым указывают класс или класс и разряд чистоты поверхности. Классы чистоты обозначают арабскими цифрами, а разряды — строчными буквами «а», «б» и «в» (рис. 280, *г*). Классы и разряды чистоты поверхности для металлов, пластмасс и других материалов устанавливает ГОСТ 2789—59, а для изделий из древесины — ГОСТ 7016—68

* С 1 января 1975 г. вводится в действие ГОСТ 2.309—73.

(в последнем случае перед классом ставят букву «д», например, ▽д5);

б) знак √ с указанием высоты неровностей R_z в мкм (например, $\sqrt{}^{500}$), если шероховатость поверхности грубее 1-го класса чистоты, т. е. превышает 320 мкм (рис. 280, *в*);

в) знак ∀, рекомендуемый для обозначения тех поверхностей детали, которые выполняются по данному чертежу, но по конструктивным или технологическим соображениям не регламентируется их шероховатость. В случае необходимости дополнительные данные, характеризующие эту поверхность, приводят в технических требованиях;

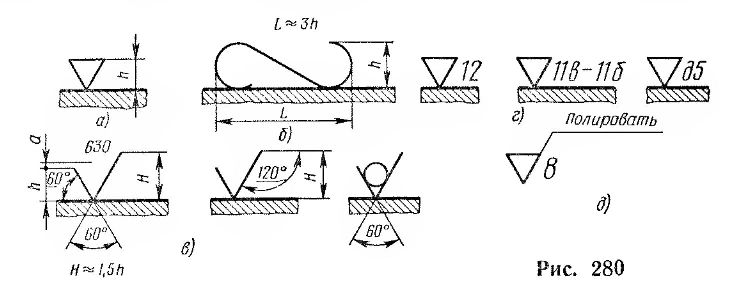


Рис. 280

г) знак ∞ для поверхностей, не выполняемых по данному чертежу, т. е. сохраняющихся в состоянии поставки и не подвергающихся дополнительной обработке (рис. 280, *б*). Поверхность с этим знаком читается так: «Шероховатость поверхности, обозначенной знаком ∞, должна удовлетворять требованиям, установленным соответствующими стандартами или техническими условиями». Ссылка на эти документы дается в виде указания сортамента материала в графе 3 основной надписи чертежа.

Кроме указанных знаков для нанесения дополнительных данных применяют знак √‾ . На рис. 280, *д* дан пример применения этого знака.

Рассмотрим правила начертания знаков, обозначающих шероховатость поверхности.

Высота h равностороннего треугольника принимается приблизительно равной высоте размерных чисел на том же чертеже (рис. 280, *а*). Цифры и буквы, указывающие класс или класс и разряд чистоты поверхности, должны быть одинаковой высоты со знаком ▽ и не должны касаться линии контура поверхности (рис. 280, *г*). Вершина треугольника должна касаться обрабатываемой поверхности.

Форма и размеры знака ∞ должны соответствовать указанным на рис. 280, *б*. Высота этого знака должна быть равна высоте размерных чисел. Размеры знаков √, √‾ и ∀ выполняют в соответствии с рис. 280, *в*. Высота H для знаков равна приблизительно 1,5 высоты размерных чисел, а высота цифр, характеризующих неровность поверхности, приблизительно равна $^2/_3h$; цифры должны быть нанесены на расстоянии $a = 0{,}6 \div 0{,}8$ мм. Знаки шероховатости выполняют линией, равной половине толщины сплошной основной линии, принятой для данного чертежа.

Размеры знаков шероховатости на одном и том же чертеже должны быть одинаковыми.

Некоторые из знаков выносят в правый верхний угол чертежа (рис. 281). Размеры и толщина линий этих знаков должны быть приблизительно в 1,5 раза больше знаков, нанесенных на изображении.

Размеры знака в правом верхнем углу, взятого в скобки, должны быть такие же, как и знаков, нанесенных на изображении.

На рис. 281 указаны расстояния от верхних знаков до линии рамки чертежа.

Способы обработки поверхности на чертеже не указывают. Исключением является тот случай, когда способ обработки единственный, гарантирующий требуемую шероховатость поверхности. Пример подобной записи дан на рис. 280, *д*.

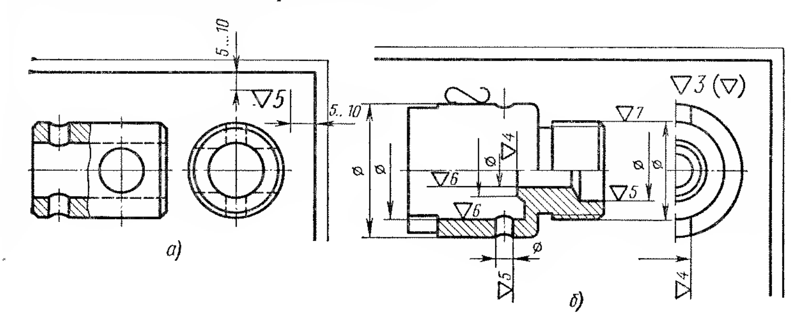


Рис. 281

Числовые значения шероховатости поверхности ограничивают только наибольшую величину параметров R_a или R_z, например, запись ▽9 означает, что шероховатость поверхности должна быть менее 0,32 мкм.

Если по условиям производства требуется ограничить для поверхности не только максимальную, но и минимальную величину шероховатости, то в обозначении указывают два класса чистоты или два класса и разряды. Например, запись ▽9 . . . 10 означает, что шероховатость поверхности должна быть по R_a не менее 0,16 и не более 0,32 мкм. Запись ▽9б . . . 9в означает, что R_a должно быть не менее 0,2 и не более 0,25 мкм; запись ▽д6 . . . д7 означает, что значение шероховатости для древесины по ГОСТу 7016—68 должно иметь $R_{z\,max}$ от 60 до 200 мкм.

ПРАВИЛА НАНЕСЕНИЯ ОБОЗНАЧЕНИЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ НА ЧЕРТЕЖАХ

Обозначение шероховатости поверхности на изображении детали проставляют на линиях видимого контура, на выносных линиях или на полках линий-выносок. Допускается при недостатке места знаки шероховатости располагать на размерных линиях или разрывать выносную линию.

На линиях невидимого контура допускается наносить обозначение шероховатости только в тех случаях, когда от этих линий указывают размер элемента детали.

Знаки шероховатости проставляют по возможности ближе к размерной линии, определяющей размер данного элемента поверхности.

Если все поверхности детали должны иметь одну и ту же шероховатость, то соответствующее общее обозначение наносят в правом верхнем углу. В этом случае на изображении детали знаков шероховатости не наносят (рис. 281, *а*).

Если поверхности детали имеют различную шероховатость, то обозначение наносят на каждой из них.

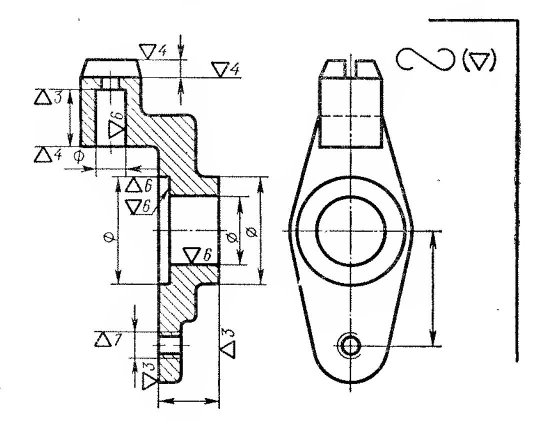


Рис. 282

Если одинаковой должна быть шероховатость не всех поверхностей детали, а части их, то в правом верхнем углу чертежа наносят обозначение шероховатости, преобладающей по количеству поверхностей, и в скобках ставят знак ▽ (рис. 281, *б*). Знак ▽ в скобках означает, что все остальные поверхности детали, кроме обозначенных на изображении знаками ▽, √, ϑ или ∽, должны иметь значение шероховатости, указанное перед скобкой (рис. 281, *б*, 282).

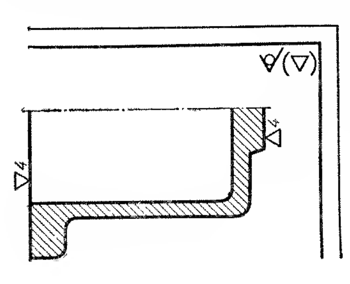


Рис. 283

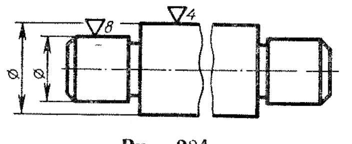


Рис. 284

Если часть поверхностей должна быть сохранена в состоянии поставки или шероховатость части поверхностей не регламентируется, то в правом верхнем углу перед знаком (▽) наносят знак ∽ (рис. 282) или ϑ (рис. 283).

Обозначение шероховатости поверхностей, указанное в технических требованиях на поле чертежа, не дублируют на изображении.

Обозначение шероховатости каждой поверхности указывают только 1 раз независимо от количества изображений; наносить знаки шероховатости рекомендуется на тех изображениях, на которых проставлены размеры соответствующих элементов детали.

Обозначение шероховатости повторяющихся элементов детали, например отверстий, пазов, зубьев и пр., следует наносить 1 раз (см. рис. 281, *б*).

При изображении детали с разрывом обозначение шероховатости наносят только на одной части детали, по возможности ближе к месту указания размера (рис. 284).

Для ряда поверхностей, находящихся в одной плоскости и имеющих одинаковую шероховатость, обозначение рекомендуется проставлять только 1 раз на выносной линии, соединяющей эти поверхности.

Если на отдельных участках детали шероховатость одной и той же поверхности должна быть различной, то эти участки разграничивают тонкой сплошной линией с нанесением соответствующего размера и обозначения шероховатости (рис. 285, *а*). Через зону штриховки границу между поверхностями с различной шероховатостью не проводят (рис. 285, *б*).

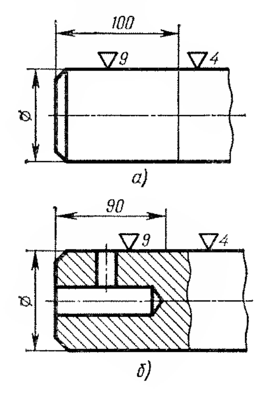


Рис. 285

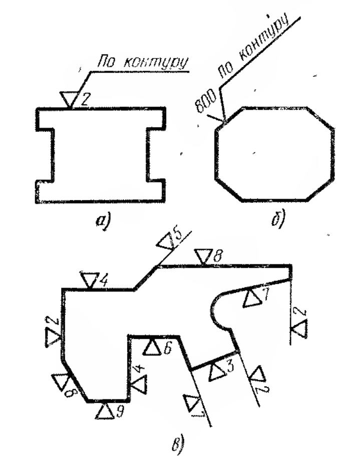


Рис. 286

Если шероховатость поверхностей контура детали должна быть одинаковой, то обозначение наносят 1 раз с надписью на полке «По контуру» (рис. 286, *а*, *б*). Полки линий-выносок являются продолжением графического знака, обозначающего шероховатость поверхности. У обозначений шероховатости поверхностей с плавными переходами надпись «По контуру» не наносят.

Обозначение шероховатости поверхностей, относящихся к одному и тому же элементу детали (канавке, выступу, углублению и т. п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая на том изображении, на котором данный элемент изображен наиболее отчетливо и проставлены его размеры (см. рис. 281, *б*, 282).

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицев и т. п., если на чертеже не дается их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности (рис. 287, *а—в*). Обозначение шероховатости впадин и выступов наносят на линиях впадин и выступов зубчатых колес (рис. 287, *г*).

Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам, если дается изображение профиля (рис. 288, *а*),

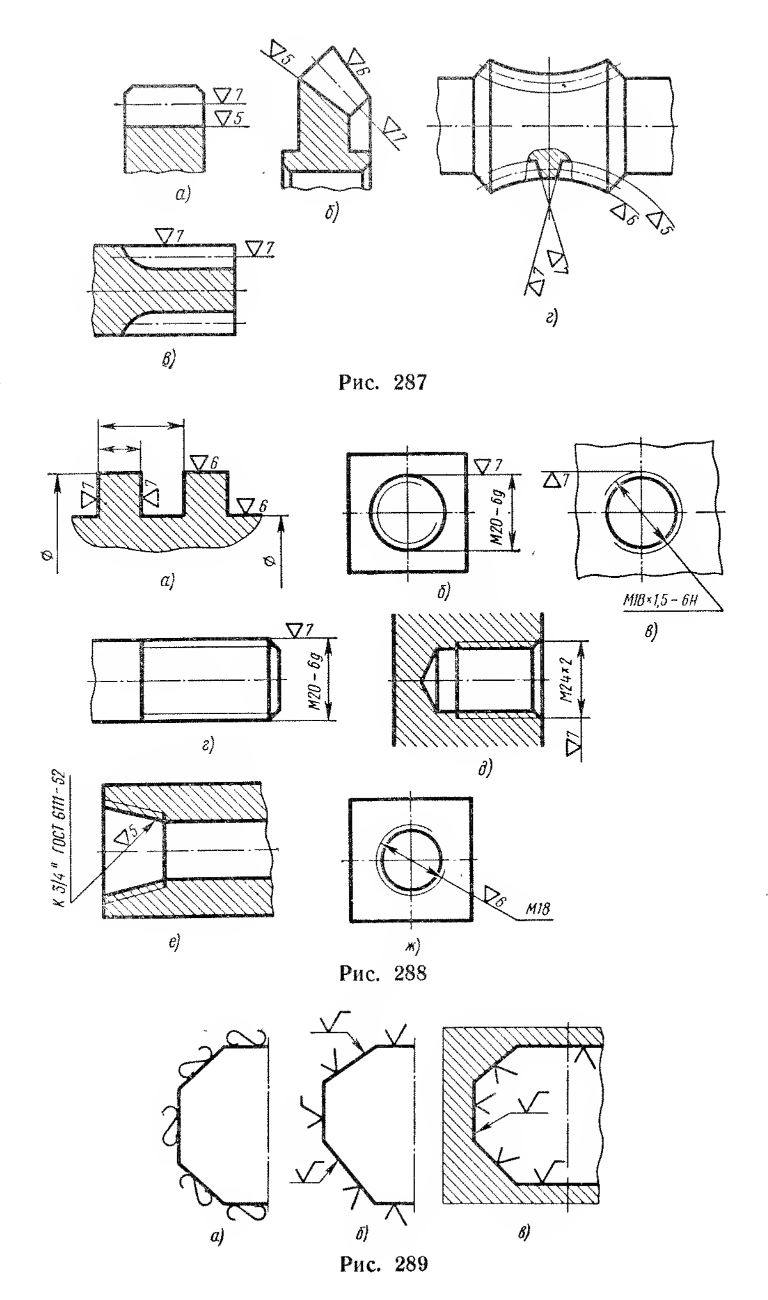


Рис. 287

Рис. 288

Рис. 289

или условно на выносной линии для обозначения размера резьбы (рис. 288, *б*, *в*, *г*), или на размерной линии (рис. 288, *д*, *е*, *ж*).

На рис. 286, *в*, 289, *а—в* показано обозначение шероховатости поверхности при различных наклонах линии контура поверхности.

НАНЕСЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ ОБОЗНАЧЕНИЙ ПОКРЫТИЙ, ТЕРМИЧЕСКОЙ И ДРУГИХ ВИДОВ ОБРАБОТКИ

(по ГОСТу 2.310—68)

Стандарт устанавливает правила нанесения на чертежах изделий всех отраслей промышленности обозначений покрытий (защитных, декоративных, электроизоляционных, износоустойчивых и т. п.), а также показателей свойств материалов, получаемых в результате термической и других видов обработки (химико-термической, наклепа и т. п.).

Рассмотрим характеристику покрытий и те параметры, которые указывают на чертежах.

ПОКРЫТИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ (НЕОРГАНИЧЕСКИЕ)

(по ГОСТу 9791—68)

Обозначение покрытий записывают в следующем порядке: 1) способ нанесения покрытия; 2) вид покрытия; 3) технологический признак покрытия; 4) толщина покрытия; 5) степень блеска покрытия; 6) вид дополнительной обработки покрытия.

Если нет в том необходимости, то некоторые из этих параметров в обозначении опускают. Рассмотрим каждый из этих параметров в отдельности.

Способы нанесения покрытий следующие: а) электролитический; б) химический (Хим); в) анодизационный (Ан); г) горячий (Гор); д) диффузионный (Диф); е) металлизационный (Мет); ж) конденсационный (Кон); з) контактный (Конт); и) вжигание (Вж); к) катодное распыление (Кр).

Электролитический способ нанесения покрытий не обозначается.

Виды покрытий определяются материалом, идущим на покрытие. Обозначаются материалы сокращенно одной, двумя или тремя буквами, например, покрытия: железное (Ж), медное (М), никелевое (Н), свинцовое (С), оловянное (О), хромовое (Х), цинковое (Ц), алюминиевое (А), золотое (Зл), кадмиевое (Кд), кобальтовое (Ко), фосфатное (Фос), окисное (Окс), пассивное (Пас) и т. д.

Покрытие сплавами обозначают соответственно двумя или тремя буквами через тире, например: сплав медь—олово (М—О), сплав медь—олово—цинк (М—О—Ц), сплав медь—цинк (М—Ц), сплав никель—вольфрам (Н—В) и т. д.

Технологический признак покрытия. Обозначение технологических признаков покрытия: черное (ч), твердое (тв), молочное (мол), пористое (пор), из хромовых электролитов (хром), фосфатное (фос), фторидное (фтор), электроизоляционное (из), эматалевое (эмт).

Толщину покрытия указывают в микронах. Для серебра, меди, никеля, хрома, цинка, кадмия и других металлов и сплавов рекомендуемый ряд толщин покрытия: 1; 3; 6; 9; 12; 15; 18; 21; 24; 30; 36; 42;

48; 60 мкм. В обозначении указывают минимальную толщину покрытия на поверхности. Толщину покрытия 1 мкм и менее в обозначении не указывают. В обозначении многослойных покрытий указывают все металлы, образующие покрытие, в порядке нанесения слоев, а также указывают послойно и толщину покрытия.

Степень блеска покрытия. При необходимости указывают степень блеска покрытия: матовое (м), блестящее (б) и зеркальное (зк).

Вид дополнительной обработки покрытия. К дополнительной обработке покрытия относят: а) фосфатирование (фос), хроматирование (хр), оксидирование (окс), пленка КПЭЦ (КПЭЦ), оплавление (опл), пропитка (прп), наполнение маслом (прм), покрытие лакокрасочное (лкп) и др.

Все обозначения отделяются друг от друга точками, за исключением материала, толщины и технологического признака покрытия, которые точкой друг от друга не отделяются.

Примеры условного обозначения металлических покрытий.

а) **покрытия электрические:**

Ц12. хр — цинковое, толщиной 12 мкм, хроматированное;

Цч15 — цинковое черное толщиной 15 мкм;

Н18. м. — никелевое толщиной 18 мкм матовое;

М30.Н18.Х.б. — хромовое толщиной менее 1 мкм блестящее, с подслоем меди, нанесенной электролитическим способом, толщиной 30 мкм и никеля толщиной 18 мкм;

Хмол 9 — хромовое молочное толщиной 9 мкм;

б) **покрытия химические:**

Хим. Пас. прм — пассивное с дополнительным промасливанием;

Хим. Окс./эмаль ПХВ-14 — окисное с дополнительным лакокрасочным покрытием;

в) **анодизационное покрытие:**

Ан. Окс. хр — окисное с хроматированием;

Ан. Окс. тв — окисное твердое и т. д.

ПОКРЫТИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ

(по ГОСТу 9894—61)

Лакокрасочные покрытия осуществляются масляной краской, эмалью, лаком, а также грунтовкой и шпаклёвкой.

В условном обозначении лакокрасочных покрытий указывают: 1) основной материал покрытия (по ГОСТу 9825—61); 2) внешний вид (класс) покрытия; 3) условия эксплуатации (группа покрытия).

Материал покрытия. Условное обозначение материалов лакокрасочных покрытий дано в ГОСТе 9825—61, например, КФ — канифоль, ЯН — янтарь плавленый, ШЛ — шеллак, КП — копалы, БТ — битумы, ПЭ — полиэфиры, ФП — фторопласты, Эм — эмаль и т. д.

Внешний вид (класс) покрытия. По внешнему виду различают четыре класса покрытий — I, II, III и IV. I класс — поверхность ровная, гладкая, однотонная. Не допускаются видимые дефекты поверхности; II класс — поверхность ровная, гладкая, однотонная или с характерным рисунком. Допускаются отдельные, малозаметные соринки, риски, штрихи, следы зачистки; III класс — поверхность однотонная, гладкая или с характерным рисунком. Допускаются отдельные заметные соринки, риски, штрихи, следы зачистки, неровности; IV класс — поверхность однотонная или с характерным рисунком. Допускаются неровности, связанные с состоянием окрашиваемой поверхности.

По степени блеска лакокрасочные покрытия подразделяются на глянцевые, полуглянцевые и матовые. Степень блеска характеризует материал покрытия.

Условия эксплуатации (группа покрытия). По условиям эксплуатации покрытия делятся на 8 групп: 1) покрытия стойкие внутри помещений (П); 2) атмосферостойкие (А); 3) химически стойкие: к воздействию атмосферы, содержащей агрессивные газы и пар (Х), к воздействию кислот (ХК), к воздействию щелочей (ХЩ); 4) водостойкие: к воздействию пресной воды или ее паров (В), к воздействию морской воды (ВМ); 5) термостойкие (Т); 6) маслостойкие (М); 7) бензостойкие (Б) и 8) электроизоляционные (Э).

Группы букв и цифр обозначения покрытия разделяются точками.

Примеры обозначения лакокрасочных покрытий.

Эм.НЦ-25, синий. II. П — окраска синей нитроэмалью Эм.НЦ-25 по II классу, для эксплуатации изделия внутри помещения;

Эм.ХС-710, серый. Лак ХС-76. II. ХК — окраска серой эмалью ХС-710, с последующей лакировкой лаком ХС-76 по II классу, для эксплуатации изделия при воздействии кислот;

Гр.ФЛ-013.IV.А — покрытие фенольноформальдегидным грунтом ФЛ-013, по IV классу, для хранения в атмосферных условиях.

ПРАВИЛА НАНЕСЕНИЯ ОБОЗНАЧЕНИЙ ПОКРЫТИЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

(по ГОСТу 2.310—68)

Обозначение покрытий или все данные, необходимые для их выполнения, указывают в технических требованиях чертежа.

Если покрытие наносится на все поверхности изделия, то на самом изображении никаких указаний не делают, а в технических требованиях записывают условное обозначение покрытия, например, «Покрытие Ц.12.б».

Если покрытию подвергается только часть поверхностей изделия, то их обозначают определенной буквой и пишут: «Покрытие поверхностей *А*. . .» (рис. 290, *а*) или «Покрытие наружных поверхностей. . .»

При нанесении различных покрытий на несколько поверхностей одного и того же изделия их обозначают разными буквами и запись выполняют по типу: «Покрытие поверхностей *А*. . ., поверхности *Б*. . .» (рис. 290, *б*).

Если на поверхность *А* наносят один вид покрытия (рис. 290, *в*), а на все остальные поверхности другой, либо поверхность *А* оставляют без покрытия, то в записи указывают: «Покрытие поверхности *А*. . ., остальных. . .» или «Покрытие. . ., кроме поверхности *А*».

Если покрытие наносят на поверхность сложной конфигурации или на часть поверхности, которую нельзя однозначно определить, то такие поверхности обводят штрих-пунктирной утолщенной линией на расстоянии 0,8—1 мм от контурной линии, обозначают их буквой и, если необходимо, проставляют размеры, определяющие положение и форму этих поверхностей, и в записи указывают: «Покрытие поверхности *А*. . .» (рис. 290, *г*, *д*).

На рис. 290, *е*, *ж* показано оформление изображения участка определенной формы, подвергающейся покрытию.

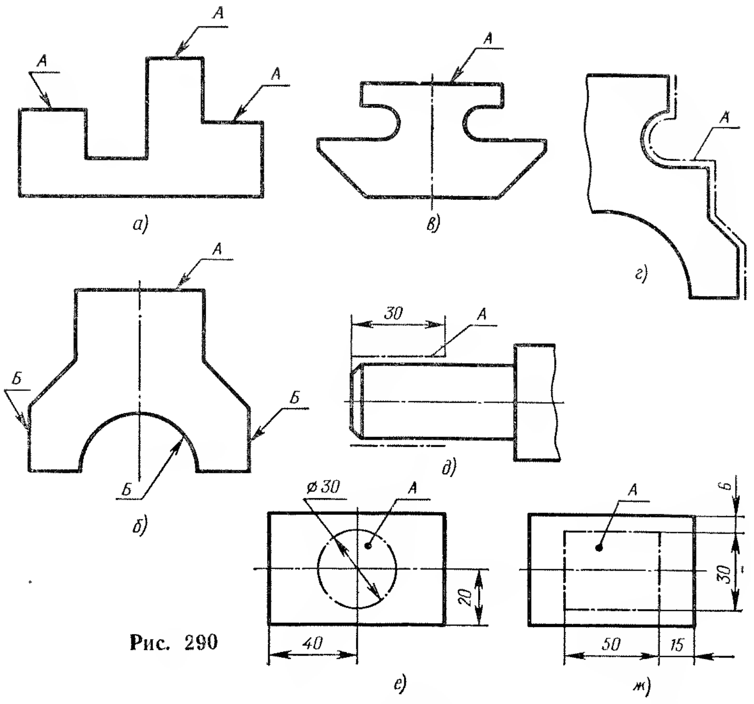


Рис. 290

Для покрытий с большим количеством технических требований и с особыми правилами и методами их нанесения и контроля разрабатываются технические условия (ТУ), а на чертеже делают ссылку: «Покрытие по ТУ. . .».

ПРАВИЛА НАНЕСЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА (по ГОСТу 2.310—68)

Условные обозначения термической и других видов обработки стандартами не установлены. Поэтому на чертежах деталей, как правило, указывают только показатели свойств материалов, которые следует получить в результате обработки, например, твердость (*HRC*, *HRB*, *HRA*, *HB*, *HV*), предел прочности (σ_B), предел упругости (σ_y), ударная вязкость (a_H) и т. п.

Несколько подробнее остановимся на показателях твердости материала.

Твердость по Роквеллу (ГОСТ 9013—59) измеряется в условных единицах по трем шкалам *А*, *В* и *С*. Принятые обозначения для твердости по Роквеллу и пределы измерения по разным шкалам следующие:

Обозначения шкалы	Обозначения чисел твердости	Пределы измерения в единицах твердости по Роквеллу *HR*
В	*HRB*	25—100
С	*HRC*	20—67
А	*HRA*	70—85

Пример обозначения: *HRB* 90 . . . 96 — твердость по Роквеллу по шкале *В* должна быть в пределах 90—96 условных единиц.

Твердость по Бринеллю (ГОСТ 9012—59) измеряется в условных единицах в пределах от 8 до 450 единиц. При измерении твердости шариком диаметром $D = 10$ мм под нагрузкой $P = 3000$ кгс с выдержкой $t = 10$с число твердости по Бринеллю сопровождается символом *HB*, например, *HB* 400.

При других условиях измерения обозначение *HB* дополняется индексом, указывающим условия измерения в следующем порядке: диаметр шарика, нагрузка и продолжительность выдержки. Например, *HB* 5/250/30—200 означает число твердости по Бринеллю (200) при испытании шариком $D = 5$ мм, под нагрузкой $P = 250$ кгс, приложенной в течение $t = 30$ с.

Твердость по Виккерсу (ГОСТ 2999—59) измеряется в условных единицах в пределах от 8 до 1000 единиц. Число твердости сопровождается символом *HV*. Это обозначение дополняется индексом, указывающим величину нагрузки *P* и продолжительность ее приложения, например, *HV* 10/30—500 означает число твердости (500), полученное под нагрузкой $P = 10$ кгс, приложенной в течение 30 с.

Так как одинаковые свойства материалов можно получить разными способами, то вид обработки, как правило, на чертеже не указывают. Допускается указывать на чертеже те виды обработки, которые являются единственными, гарантирующими требуемые свойства материала и долговечности изделия, а также виды обработки, результаты которых не подвергаются контролю, например отжиг.

В этих случаях вид и способ обработки указывают на чертеже полным наименованием или сокращенным обозначением, принятыми в технической литературе. Примеры подобных записей даны на рис. 291, *а*, *б*, *в*.

Если термической обработке подвергается поверхностный слой детали, то глубину обработанного слоя указывают буквой *h*, рядом с которой указывают предельные значения глубины «от . . . до», например: *h* 0,8 . . . 1,2.

Аналогично в виде предельных значений указывают и показатели свойств материала, например, *HRC* 50 . . . 55. Объясняется это тем, что трудно добиться и нецелесообразно устанавливать твердые номинальные значения глубины обработки, твердости материала и других показателей. Практику вполне обеспечивают определенные предельные значения этих показателей.

Если все изделие подвергается одному и тому же виду обработки, то в технических требованиях делают запись по примеру: «*HRC* 40 . . . 45» или «Цементировать *h* 0,7 . . . 0,9; *HRC* 58 . . . 62», или «Отжечь» и т. п.

Если большую часть поверхности изделия подвергают одному виду обработки, а остальные поверхности — другому виду или предохраняют от нее, то в технических требованиях делают запись по типу: «*HRC* 40 . . . 45, кроме поверхности *А*» (рис. 291, *г*) или «*HRC* 30 . . . 35, кроме места, обозначенного особо» (рис. 291, *д*).

Если обработке подвергаются отдельные участки изделия, то показатели свойств материала и, при необходимости, способ получения этих свойств указывают на полках линий-выносок, а участки изделия, которые должны быть обработаны, отмечают штрих-пунктирной утолщенной линией, проводимой на расстоянии 0,8 . . . 1 мм от контура с указанием размеров, определяющих обрабатываемые поверхности (рис. 292, *а*, *б*).

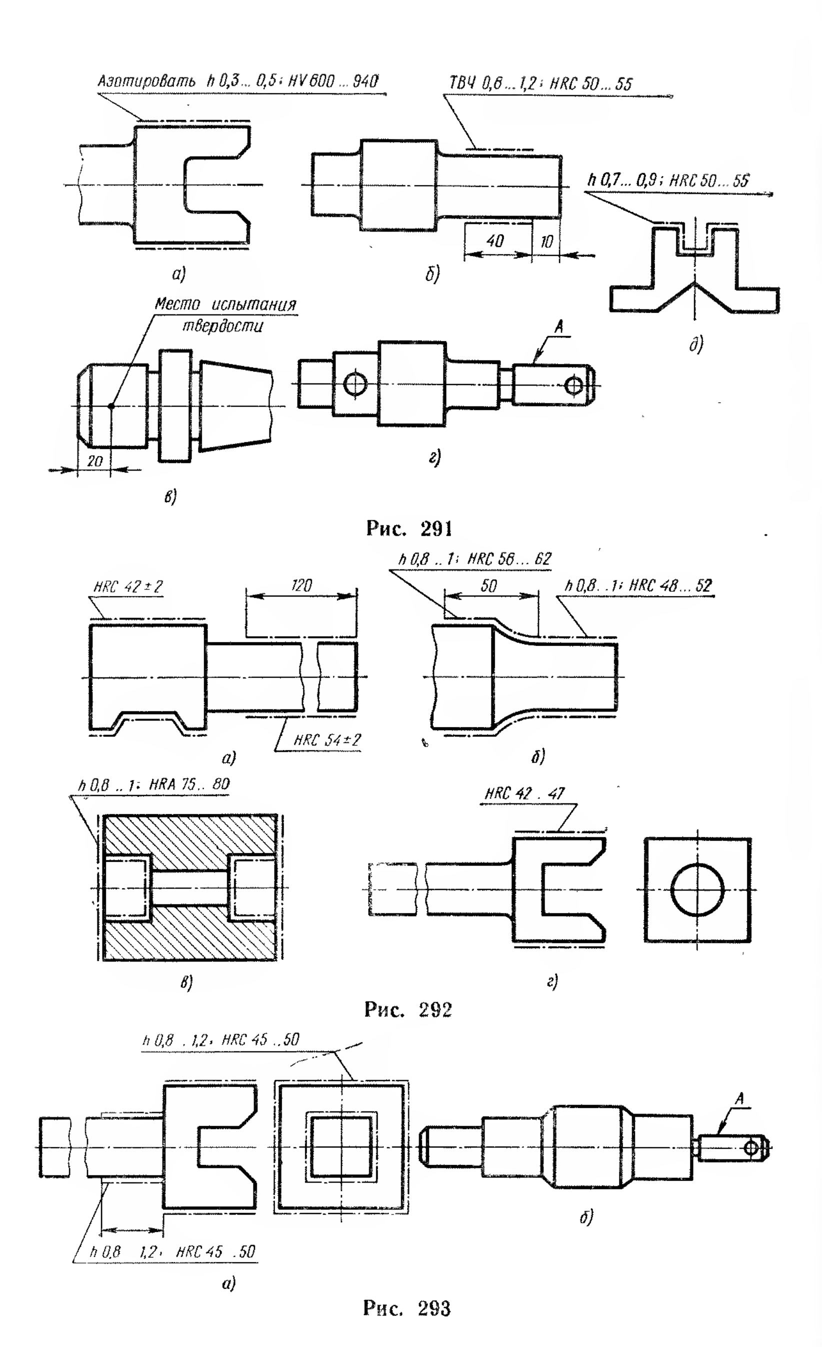


Рис. 291

Рис. 292

Рис. 293

Допускается не проставлять размеры обрабатываемой поверхности, если они ясны из чертежа (рис. 292, *в*).

Поверхности изделия, подвергаемые обработке, отмечают штрих-пунктирной линией на той проекции, на которой они ясно определены (рис. 292, *г*). Если точно определить поверхности на одной проекции невозможно, допускается отмечать их и на других проекциях, но надпись с показателями свойств материала наносят только 1 раз (рис. 293, *а*).

Если симметричные участки или поверхности детали подвергаются одинаковой обработке, то отмечают утолщенной штрих-пунктирной линией все участки, но показатели свойств материалов указывают 1 раз (рис. 292, *в*). При наличии на изделии участков поверхности с различной обработкой показатели свойств материалов указывают отдельно для каждого участка (рис. 292, *а*).

В случае необходимости указывают место испытания твердости материала.

Торцовые поверхности участков детали с термической обработкой не отмечают на чертеже утолщенной штрих-пунктирной линией (рис. 292, *а*, *б*).

В отличие от обозначений покрытия показатели свойств материалов, как правило, наносят на полках линий-выносок. Исключение составляют те случаи, когда поверхности, подвергаемые обработке, можно однозначно определить термином или техническим понятием (например, рабочая часть или хвостовик режущего инструмента, рабочие поверхности зубьев зубчатого колеса, шлицы и др.) или обозначить эти поверхности буквой. В этих случаях штрих-пунктирную утолщенную линию не проводят и показатели свойств материала записывают в технических требованиях, например: «Хвостовик *h* 0,8 . . . 1; *HRC* 48 . . . 52» или «*HRC* 46 . . . 48, кроме поверхности *A*» (рис. 293,*б*).

ПРАВИЛА НАНЕСЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ НАДПИСЕЙ, ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ И ТАБЛИЦ

(по ГОСТу 2.316—68)

Стандарт устанавливает правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на чертежи изделий всех отраслей промышленности.

Кроме изображения предмета с размерами и предельными отклонениями чертеж может содержать:

а) текстовую часть, состоящую из технических требований и (или) технических характеристик изделия;

б) надписи с обозначением изображений или отдельных элементов изделия;

в) таблицы с различными параметрами, техническими требованиями, контрольными комплексами и т. д.

Текстовая часть, надписи и таблицы, нанесенные на чертеже, предназначены для дополнения графических изображений. Они должны быть краткими, точными, не допускать двойного толкования и должны содержать только те данные, которые невозможно или нецелесообразно выразить графически или условными обозночениями.

Сокращения слов в надписях допускаются лишь общепринятые. Ниже приведены рекомендуемые сокращения для наиболее употребительных слов, встречающиеся в текстовой части чертежа.

Перечень допускаемых сокращений слов

Полное наименование	Сокращение	Полное наименование	Сокращение
Без чертежа	Бч	Лаборатория	лаб.
Ведущий . . .	Вед.	Левый	лев.
Верхнее отклонение	верхн. откл.	Литера	лит.
Взамен	взам.	Металлический	металл.
Внутренний	внутр.	Механик	Мех.
Главный . . .	Гл.	Наибольший	наиб.
Деталь	дет.	Наименьший	наим.
Длина	дл.	Наружный . . .	нар.
Документ . . .	докум.	Начальник	Нач.
Дубликат . . .	дубл.	Нормоконтроль	Н. контр.
Заготовка . . .	загот.	Нижнее отклонение	нижн. откл.
Зенковка . . .	зенк.	Номинальный	номин.
Извещение	изв.	Обеспечить	обеспеч.
Изменение	изм.	Обработка . . .	обраб.
Инвентарный	инв.	Отверстие . . .	отв.
Инженер . . .	Инж.	Отверстие центровое	отв. центр.
Инструмент	инстр.	Относительно	относит.
Исполнение	исполн.	Отдел	отд.
Класс (точности, чистоты)	кл.	Отклонение	откл.
Количество	кол.	Плоскость . . .	плоск.
Конический	конич.	Поверхность	поверхн.
Конструктор	Констр.	Подлинник	подл.
Конструкторский отдел	КО	Подпись . . .	подп.
Конструкторское бюро	КБ	Позиция . . .	поз.
Конусность	конусн.	Правый	прав.
		Разработал	Разраб.

Текст, таблицы, надписи изображений или элементов деталей располагают на чертеже, как правило, параллельно основной надписи.

Рассмотрим в отдельности правила выполнения надписей, технических требований и др.

Надписи, относящиеся к изображениям или отдельным элементам изделия. Для того чтобы не загромождать чертеж различными надписями, создать условия для механизированного выполнения чертежей, допускается около изображений на полках линий-выносок наносить краткие надписи, относящиеся непосредственно к изображению предмета, например, указание о количестве конструктивных элементов (отверстий, пазов, канавок, зубьев и т. п.), указание лицевой стороны, показатели свойств материала, направление проката или волокон, указание о термообработке и др.

Содержание надписей не должно дублироваться в таблицах либо в других текстовых надписях на чертеже.

Полки линий-выносок располагают параллельно основной надписи чертежа. Линию-выноску оканчивают: а) точкой, если она пересекает контур изображения и не отводится от какой-либо линии (рис. 294, *а*); б) стрелкой, если линия-выноска отводится от линии видимого или невидимого контуров, изображенных соответственно основной или штриховой линией (рис. 294, *г*); в) ничем не оканчивается, если линия-выноска отводится от всех других линий (осевых, утолщенных, штрихпунктирных, сплошных тонких) — рис. 294, *в*.

Для указания швов сварных соединений, как исключение, линия-выноска оканчивается полустрелкой.

Линии-выноски для нанесения поясняющих надписей не должны затемнять чертеж, не должны быть параллельными линиям штриховки (если линия-выноска проходит по заштрихованной зоне), не должны пересекаться между собой и, по возможности, не должны пересекать изображения других составных частей изделия и размерных линий.

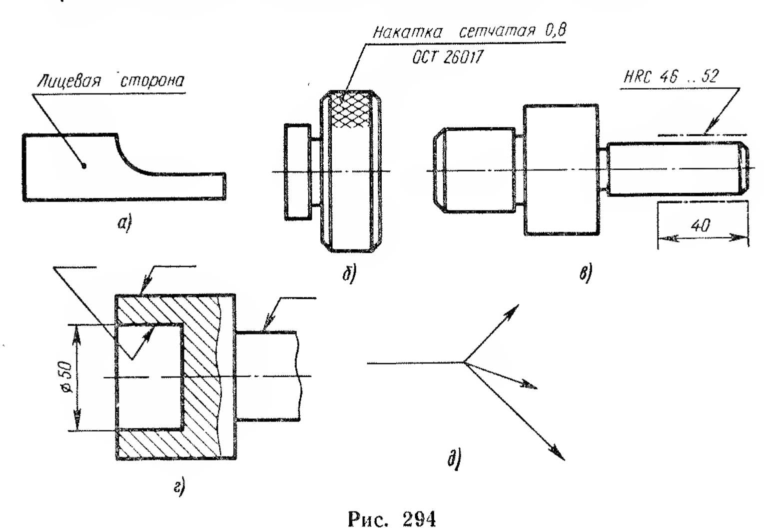


Рис. 294

Для обеспечения этих требований допускается выполнять линии-выноски с одним изломом (рис. 294, *г*). Если одинаковые надписи необходимо выполнить на нескольких полках, допускается сводить линии-выноски в одну точку и заканчивать одной полкой и соответственно ограничиваться одной надписью (рис. 294, *д*).

Надписи должны быть краткими и содержать не более двух строк: одну располагают над полкой, другую — под ней (рис. 294, *б*). Проводить две и более полок от одной линии-выноски разрешается только для нанесения номеров позиций. Количество полочек в этом случае определяется числом составных частей изделия, которые объединяет данная линия-выноска.

Основная надпись на чертежах выполняется в соответствии с ГОСТами 2.104—68 и 2.109—73. Более подробно этот вопрос рассматривается на с. 124.

Технические требования. Текстовую часть (технические требования, техническую характеристику) помещают на поле чертежа над основной надписью. Между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и т. п.

На листах формата более 11 допускается размещение текста в две и более колонки. Ширина колонки должна быть не более 185 мм.

На чертеже оставляют место для продолжения таблицы изменений.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт начинается с красной строки. Не допускается подчеркивать отдельные пункты технических требований или другие надписи на чертежах, за исключением тех случаев, где подчеркивание устанавливается соответствующими стандартами.

Если чертеж выполняется на нескольких листах, то технические требования помещают только на первом листе.

Технические требования группируют и излагают в следующей последовательности:

1. Требования, необходимые для изготовления изделия:

а) требования, предъявляемые к материалу, из которого изготовляется деталь, к свойствам материала готовой детали, и указание материалов-заменителей (твердость материала, влажность, гигроскопичность, электрические и магнитные свойства и т. п.);

б) требования к качеству поверхностей, их отделке и покрытию;

в) размеры и указания о предельных отклонениях размеров, формы и расположения поверхностей;

г) наличие зазоров и специальные требования к расположению отдельных элементов конструкции;

д) требования, предъявляемые к настройке и регулировке изделия;

е) другие требования к качеству изделия, например, бесшумность, самоторможение, виброустойчивость и т. п.

2. Требования к приему, испытанию, транспортированию и хранению изделия: а) указание о маркировании и клеймении изделия; б) правила упаковки, транспортирования и хранения; в) условия и методы испытания готовой продукции; г) особые условия эксплуатации изделия.

3. Ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

Если объем записей на чертеже очень велик или соответствующие технические требования распространяются на ряд деталей и изделий, то они могут быть оформлены в виде отдельного технического документа или в виде технических условий. На этот документ делается ссылка на чертеже.

Технические требования излагают в повелительной форме, при этом глагол, характеризующий основное требование, рекомендуется ставить в предложении на первом месте.

Техническая характеристика. Кроме технических требований на чертеже, в случае необходимости, дается техническая характеристика изделия. Ее размещают отдельно от технических требований на свободном поле чертежа с самостоятельной нумерацией пунктов под заголовком «Техническая характеристика». В этом случае над техническими требованиями также помещают заголовок. Оба заголовка не подчеркивают. В техническую характеристику включают параметры, характеризующие изделие, например, мощность, производительность, скорость и др. При выполнении чертежа на нескольких листах техническую характеристику помещают на первом листе.

Таблицы параметров. Для зубчатых колес, пружин, шлицевых валов и др. согласно стандартам ЕСКД на чертежах помещают таблицы параметров. Место расположения этих таблиц и их содержание полностью регламентируются соответствующими стандартами.

Все иные таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его. Таблицы, помещенные на чертеже, нумеруют в пределах чертежа при наличии ссылок на них в технических требованиях. Над таблицей, справа, ставят слово «Таблица» с порядковым номером (без знака «№»). Если на чертеже только одна таблица, то ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут. Правила построения таблиц и их заполнения даны в ГОСТе 2.105—68.

Приведем примеры некоторых текстовых указаний на чертежах; рекомендуемая запись текста на чертежах указана в скобках:

а) указания о радиусах скругления повторяющихся элементов детали («Неуказанные радиусы . . . мм», «Радиусы скругления, кроме указанных, . . . мм»);

б) указания о термообработке (*h* 0,7 . . . 0,9; *HRC* 40 . . . 45);

в) указания о покрытиях (Покрытие Кд. 21хр);

г) указания о предельных отклонениях размеров тех элементов, для которых эти отклонения не указаны рядом с размерами («Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — по A_7, валов — по B_7, остальных — по CM_7»);

д) указания на групповых чертежах для деталей, являющихся зеркальным отражением одна другой (записывают над изображением и подчеркивают) — («АНГВ.859 291.051 — изображено» «АНГВ.859 291.051-01 — зеркальное отражение»), и другие записи.

Оформление надписей на чертежах. Для обозначения на чертеже изображений (видов, разрезов, сечений), поверхностей, размеров и других элементов изделия применяют прописные буквы русского алфавита, за исключением букв Й, О, Х, Ь, Ъ, Ы.

Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке, без повторения и, как правило, без пропусков, независимо от количества листов чертежа. Предпочтительно обозначать сначала изображения.

В случае недостатка букв применяют цифровую индексацию, например, «Вид А»; Вид $А_1$»; «Вид $А_2$»; «Б—Б»; «$Б_1$—$Б_1$» и т. д. Буквенные обозначения подчеркивают. Если обозначения наносят машинным способом, то их разрешается не подчеркивать.

Для обозначения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях применяют римские цифры.

Надписи, буквенные и цифровые обозначения, относящиеся к видам, разрезам, сечениям и выносным элементам, располагают параллельно основной надписи чертежа над соответствующим изображением и подчеркивают одной тонкой линией.

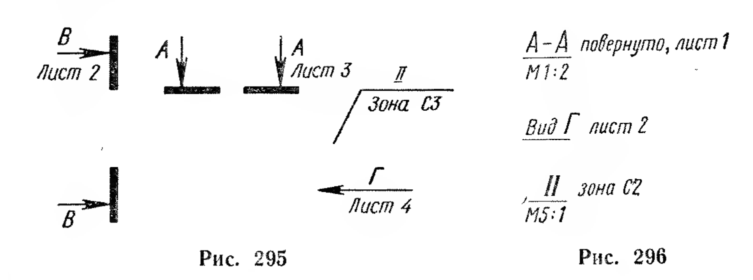


Рис. 295 Рис. 296

Если отыскание на чертеже дополнительных изображений (сечений, разрезов, дополнительных видов, выносных элементов) затруднено вследствие большой насыщенности чертежа или выполнения его на двух и более листах, то к обозначению дополнительного изображения добавляется обозначение зоны или номер листа, на котором эти изображения помещены (рис. 295).

В этих случаях над дополнительными изображениями около их обозначений указывают обозначения зон или номера листов, на которых они отмечены. Надписи, указывающие, где отмечены дополнительные изображения, наносят в одну строку с обозначением этих изображений и не подчеркивают (рис. 296). Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи чертежа, помещают непосредственно под обозначением соответствующего изображения (рис. 296).

УКАЗАНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ О МАРКИРОВАНИИ И КЛЕЙМЕНИИ ИЗДЕЛИЙ

(по ГОСТу 2.314—68)

Стандарт устанавливает правила нанесения на чертежи указаний о маркировании и клеймении изделий всех отраслей промышленности.

Маркирование — это нанесение на изделие знаков, характеризующих изделие. Маркировка — совокупность знаков, характеризующих изделие, например, обозначение, шифр, номер партии (серии), порядковый номер, дата изготовления, товарный знак предприятия-изготовителя, марка материала, группа селективности, монтажные или транспортные знаки и т. п.

Клеймение — это нанесение на изделие знаков, удостоверяющих его качество. Клеймо — знак, удостоверяющий качество изделия. К знакам клеймения относятся клейма технического контролера или приемщика-заказчика, номера плавки, номера партии, клеймо термообработки и др.

Указания о маркировании и клеймении помещают в технических требованиях чертежа и начинают словами: «Маркировать. . .» или «Клеймить. . .». Если на изделии необходимо предусмотреть определенное место, размеры и способ нанесения клейма, то указание о клеймении выполняют непосредственно на изображении изделия.

Место нанесения маркировки или клейма отмечают точкой и соединяют ее линией-выноской со знаком маркирования или клеймения. Эти знаки располагают за контуром изображения изделия. Знак маркирования — окружность диаметром 10 . . . 15 мм (рис. 297, *а*), а знак клеймения — равносторонний треугольник высотой 10 . . . 15 мм (рис. 297, *б*). Знаки выполняют сплошными основными линиями. Внутри знака помещают номер пункта технических требований, в котором приведены указания о маркировании и клеймении.

Если маркированию или клеймению подлежит определенная часть изделия, например, головка болта, торец вала и т. п., то знаки маркирования или клеймения на чертеже не наносят, а наименование соответствующего элемента записывают в технических требованиях.

Если на чертеже необходимо ограничить место нанесения маркировки или клейма, то соответствующий участок поверхности обводят тонкой сплошной линией (рис. 297, *в*), указывают размеры этого участка и, если необходимо, изображают маркировку или клеймо, наносимые на изделие.

В тех случаях, когда указания о маркировании и клеймении приводят в технических условиях на изделие, на чертеже делают запись типа: «Маркировать по ТУ. . .».

В случаях, когда маркировка на самом изделии нецелесообразна или невозможна по конструктивным соображениям (например, на трубках, проволоке, тросах, на мелких деталях типа шайб, контактов и т. п.), ее выполняют на специальных бирках, прикрепляемых к изделию. В технических требованиях в этих случаях делают запись: «Маркировать. . . на бирке» или «Клеймить. . . на бирке».

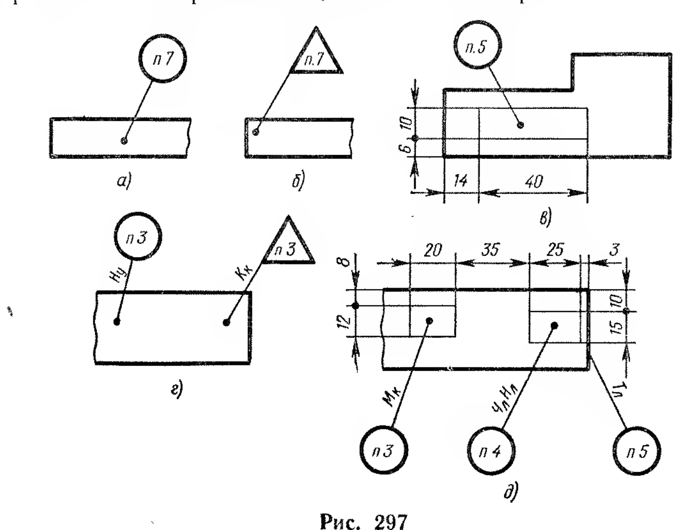


Рис. 297

По стандарту указания о маркировании и клеймении должны определять:

а) содержание маркировки и клейма;
б) место нанесения;
в) способ нанесения (при необходимости);
г) размер шрифта (при необходимости).

С целью сокращения объема надписей допускается указания о содержании и способе нанесения маркировки и клейма давать в виде условных буквенных обозначений.

Содержание маркировки указывают следующими буквенными обозначениями:

а) товарный знак, наименование предприятия-изготовителя — Т;
б) индекс изделия — Ш;
в) обозначение изделия по основному конструкторскому документу — Ч;
г) заводской номер изделия — Н;
д) марка материала — М;
е) номер плавки — П;
ж) технические данные — Х;
з) группа селективности — С;
и) знаки полярности, направления вращения — З;

к) дата изготовления — Д;
л) цена изделия — Ц.

Содержание клейма указывают буквенными обозначениями: а) испытание (контроль): механическое, гидравлическое, электрическое, на твердость и др. — И; б) окончательная приемка — К.

Способы нанесения маркировки или клейма указывают буквенными обозначениями:

а) ударный — у;
б) гравированием — г;
в) травлением — т;
г) краской — к;
д) литьем или давлением — л.

Если маркировка или клеймо могут быть нанесены любым способом, то способ нанесения не указывают. Обозначения и способы нанесения маркировки указывают на наклонном участке линии-выноски.

Примеры нанесения маркировки и клеймения изделий. На рис. 297, *г* дан пример обозначения маркировки и клеймения изделия. Заводской номер изделия нанесен ударным способом («Ну»), а клеймо окончательной приемки нанесено краской («Кк»). В пункте 3 технических требований приведены все данные о маркировании и клеймении.

На рис. 297, *д* дан пример маркировки заводского изделия. Марка материала нанесена краской (Мк), обозначение изделия (Чл), заводской номер (Нл) и товарный знак (Тл) нанесены литейным способом. На чертеже указаны размеры тех мест, где нанесены знаки маркировки. В технических требованиях делают запись по типу: «Маркировать по ТУ. . . шрифтом . . . ГОСТ. . .» (если маркировка выполняется одним шрифтом). В том случае, когда шрифт разный, то запись делают так: «Маркировать по ТУ. . ., Чл-шрифтом. . . ГОСТ. . ., Нл-шрифтом. . . ГОСТ. . .» и т. д.

Глава IV

РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

РЕЗЬБЫ

Широкое распространение в машиностроении получили разъемные резьбовые соединения. Эти соединения обладают такими достоинствами, как универсальность, высокая надежность, способность воспринимать большие нагрузки, сравнительно малые размеры и малый вес конструктивного элемента, простота изготовления и ряд других факторов.

При всем разнообразии резьбовые соединения могут быть отнесены к одному из двух следующих типов:

а) соединения, осуществляемые непосредственным свинчиванием соединяемых деталей, без применения специальных соединительных частей;

б) соединения, осуществляемые с помощью специальных соединительных деталей, таких как болты, винты, шпильки, фитинги и пр.

Основным элементом всех резьбовых соединений является резьба.

Резьбы классифицируются по нескольким признакам:

1. **В зависимости от формы профиля** резьбы различают треугольного, трапецеидального, круглого, прямоугольного и других профилей.
2. **В зависимости от формы поверхности,** на которой нарезаны резьбы, они разделяются на цилиндрические и конические.
3. **В зависимости от расположения на поверхности** резьбы разделяются на внешние и внутренние.
4. **По эксплуатационному назначению** резьбы подразделяются на крепежные (метрические, дюймовые); крепежно-уплотнительные (трубная, конические); ходовые (трапецеидальная, упорная) специальные и др.
5. **В зависимости от направления винтовой поверхности** резьбы подразделяются на правые и левые.
6. **По числу заходов** резьбы подразделяются на однозаходные и многозаходные (двухзаходные, трехзаходные и т. д.).

Рассмотрим определения резьбы и ее основных параметров по ГОСТу 11708—66.

Цилиндрическая резьба — образована на цилиндрической поверхности.

Коническая резьба — образована на конической поверхности.

Наружная резьба — образована на наружной цилиндрической или конической поверхности.

Внутренняя резьба — образована на внутренней цилиндрической или конической поверхности.

Правая резьба — образована контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Левая резьба — образована контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Однозаходная резьба — образована одной винтовой ниткой.

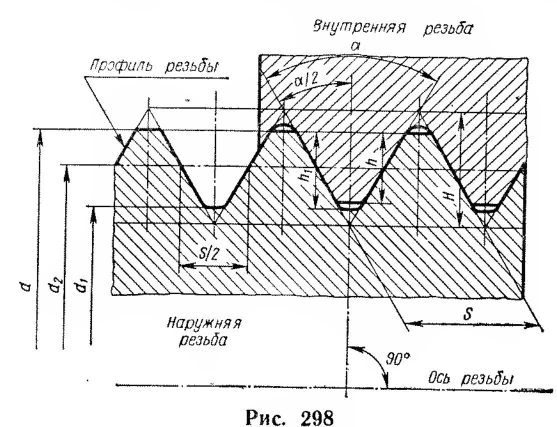


Рис. 298

Многозаходная резьба — образована несколькими винтовыми нитками.

На рис. 298 изображен профиль резьбы и обозначены основные его параметры.

Рассмотрим определения параметров и элементов профиля резьбы.

Ось резьбы — прямая, относительно которой происходит винтовое движение плоского профиля, образующего резьбу (рис. 298).

Профиль резьбы — контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось (рис. 298, 299).

Боковые стороны профиля — прямолинейные участки профиля, принадлежащие винтовым поверхностям (рис. 299).

Вершина и впадина профиля — участки профиля, соединяющие боковые стороны выступа и канавки (рис. 299).

Угол профиля α — угол между боковыми сторонами профиля (рис. 298).

Рис. 299

Каждую резьбу характеризуют три диаметра: наружный d, внутренний d_1 и средний d_2 (рис. 298).

Наружный диаметр резьбы d — диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы (рис. 298).

Внутренний диаметр резьбы d_1 — диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или в вершины внутренней резьбы (рис. 298).

Шаг резьбы S — расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (рис. 298).

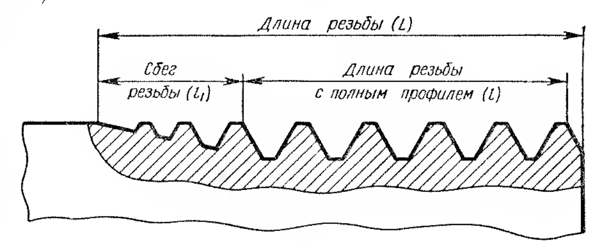


Рис. 300

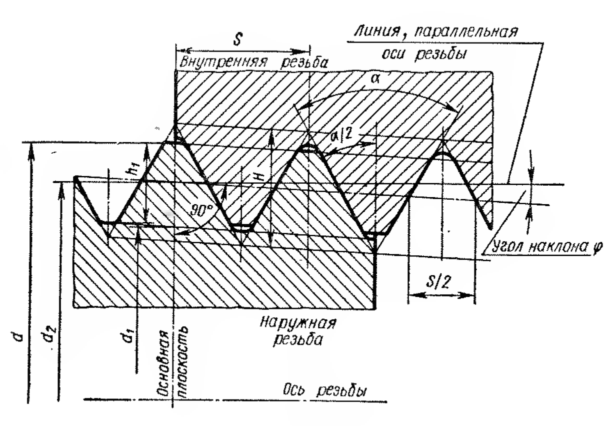


Рис. 301

Ход резьбы t — расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы. Ход резьбы есть величина относительного осевого перемещения винта (гайки) за один оборот. В однозаходной резьбе ход равен шагу ($t = S$), в многозаходной — произведению шага S на число заходов n ($t = nS$).

Для резьбы характерны также три параметра, характеризующие высоту профиля.

Высота исходного профиля H — высота остроугольного профиля, полученного продолжением боковых сторон профиля до взаимного их пересечения (рис. 298, 299).

Высота профиля h_1 — расстояние между вершиной и впадиной профиля в направлении, перпендикулярном к оси резьбы (рис. 298, 299).

Рабочая высота профиля h — высота соприкосновения сторон профиля наружной и внутренней резьбы в направлении, перпендикулярном к оси резьбы (рис. 298).

Сбег резьбы — участок неполного профиля в зоне перехода резьбы к гладкой части детали (рис. 300).

Длина резьбы l — длина участка, на котором резьба имеет полный профиль (рис. 300). Допускается указывать отдельно длину сбега (l_1) и общую длину резьбы со сбегом (L).

Угол подъема резьбы ψ — угол, образованный касательной к винтовой линии в точке, лежащей на среднем диаметре резьбы, и плоскостью, перпендикулярной к оси резьбы. Угол подъема резьбы определяется зависимостью

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{t}{\pi d_2} = \frac{nS}{\pi d_2}.$$

Следует отметить некоторые особенности определения параметров конической резьбы.

Шаг конической резьбы S — проекция на ось резьбы отрезка, соединяющего соседние вершины остроугольного профиля резьбы (рис. 301).

Основная плоскость — расчетное сечение, расположенное на заданном расстоянии от базы конуса. Расстояние от базы до основной плоскости задается в таблицах на конические резьбы. Все три диаметра резьбы — d, d_1 и d_2 измеряются в основной плоскости (рис. 301).

СТАНДАРТИЗОВАННЫЕ РЕЗЬБЫ

Остановимся на краткой характеристике основных типов стандартизованных резьб.

1. **Резьба метрическая с крупным и мелким шагами** (табл. 51, 52). Метрические резьбы стандартизованы для $d = 1 \div 600$ мм и $S = 0{,}2 \div 6$ мм и характеризуются углом профиля $\alpha = 60°$ (профиль — равносторонний треугольник), теоретической высотой профиля $H = 0{,}86603S$, рабочей высотой $h = 0{,}54125S$. Основной особенностью этого профиля является то, что срез по внутреннему диаметру гайки равен $\frac{H}{4}$, а по наружному диаметру болта — $\frac{H}{8}$. Срез или закругление по внутреннему диаметру резьбы болта на расстоянии $\frac{H}{6} = 0{,}144S$ от вершины теоретического профиля резьбы является исходным при выборе резьбонарезающего инструмента.

По профилю метрические резьбы с мелким шагом подобны метрической резьбе с крупным шагом, но для одних и тех же диаметров они имеют уменьшенные значения шагов, а следовательно, и других размеров профиля. Так, например, для $d = 36$ мм шаг крупной резьбы $S = 4$ мм, а шаги мелких резьб 3; 2; 1,5 и 1 мм.

Метрическую резьбу с мелким шагом рекомендуется применять при тонкостенных деталях и малой длине свинчивания. Кроме того, благодаря уменьшению угла ψ подъема винтовой линии соединения с резьбой с мелким шагом лучше работают при сотрясениях и ударных нагрузках (уменьшается опасность самоотвинчивания). Для резьбы диаметром 70 мм и более стандартом предусмотрены только мелкие метрические резьбы.

На метрические резьбы установлены следующие стандарты:

а) ГОСТ 8724—58 — метрическая резьба для диаметров от 1 до 600 мм. Диаметры и шаги (табл. 51). При выборе диаметров резьб по этому стандарту следует предпочесть первый ряд второму, а второй — третьему;

б) ГОСТ 9150—59 — резьба метрическая для диаметров от 1 до 600 мм. Основные размеры (табл. 52);

в) ГОСТ 16093—70 — резьба метрическая для диаметров от 1 до 600 мм. Допуски;

г) ГОСТ 9000—59 — резьба метрическая для диаметров от 0,25 до 0,9 мм. Профиль, размеры и допуски;

д) ГОСТ 4608—65 — резьба метрическая с натягами. Допуски. Стандарт распространяется на метрические резьбы с крупными и мелкими шагами для диаметров от 5 до 48 мм, предназначенные для образования резьбовых соединений с натягами по среднему диаметру;

е) ГОСТ 11709—71 — резьба метрическая для диаметров от 1 до 180 мм на деталях из пластмасс. Профиль, основные размеры и допуски;

ж) ГОСТ 16967—71 — резьба метрическая для приборостроения. Основные размеры. Стандарт устанавливает диаметры, шаги и другие основные размеры метрических резьб для диаметров от 3,5 до 400 мм, допускаемые к применению в приборостроительной промышленности в том случае, когда диаметры и шаги резьб по ГОСТу 8724—58 не могут удовлетворить конструктивным требованиям.

з) ГОСТ 17722—72 — резьба метрическая для приборостроения. Допуски. Стандарт является дополнением к ГОСТу 16093—70 по допускам.

2. **Резьба трубная цилиндрическая** (табл. 53), ГОСТ 6357—73. Резьба стандартизована для диаметров от $^1/_8$ до 6″ при числе ниток на 1″ от 28 до 11. Профиль трубной резьбы — равнобедренный треугольник с углом при вершине 55°. Вершины и впадины резьбы срезаны на высоту $\frac{H}{6}$ от вершин теоретического профиля резьбы и скруглены. Рабочая высота профиля $h = 0{,}6403S$. Между впадинами резьбы трубы и муфты отсутствует зазор. Характерным для этой резьбы является несовпадение номинального диаметра в дюймах, которым обозначается резьба, с ее действительным наружным диаметром.

Исторически сложилось так, что номинальный диаметр трубной резьбы условно отнесен к внутреннему диаметру трубы.

3. **Резьба трубная коническая** (табл. 54), ГОСТ 6211—69. Применяется для резьбовых соединений топливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводов машин и станков. Нарезается на конусе с малым углом конусности ($\varphi = 1° 47' 24''$). В основной плоскости размеры трубной конической и трубной цилиндрической резьб совпадают. Стандартизована эта резьба для диаметров от $^1/_8$ до 6″ при числе ниток на 1″ от 28 до 11.

4. **Резьба коническая дюймовая с углом профиля** 60°, ГОСТ 6111—52 (табл. 55). В отличие от трубной конической резьбы она имеет угол профиля 60°. Применяется для диаметров от $^1/_{16}$ до 2″ при числе ниток на 1″ от 27 до $11^1/_2$.

5. **Резьба коническая вентилей и горловин баллонов для газов и калибры к ней,** ГОСТ 9909—70. Резьба имеет угол профиля 55° и применяется для вентилей и горловин баллонов для газов по ГОСТу 949—57.

6. **Резьба трапецеидальная одноходовая,** ГОСТ 9484—60 (табл. 56, 57). Стандартизована для диаметров от 10 до 640 мм с шагами от 2 до 48 мм. Основные параметры трапецеидальной резьбы: $H = 1{,}866S$; $h_1 = 0{,}5S + z$; $h = 0{,}5S$. Радиальный зазор в резьбе изменяется в пределах 0,25—1 мм. Для каждого диаметра резьбы стандарт предусматри-

вает, как правило, три различных шага. Допуски для трапецеидальной резьбы для диаметров от 10 до 300 мм даны в ГОСТе 9562—60.

7. **Резьба упорная,** ГОСТ 10177—62 (табл. 58, 59). Стандартизована для диаметров от 10 до 600 мм с шагами от 2 до 24 мм. Для каждого диаметра резьбы предусмотрены, как правило, три различных шага. Резьба имеет несимметричный профиль и предназначена для ходовых винтов с большой односторонней нагрузкой (прессы, нажимные устройства вальцов, винтовые механизмы подъемных кранов и т. п.). Параметры этой резьбы: $H = 1{,}5878S$; $h_1 = 0{,}8677S$. Допуски на упорную резьбу даны в этом же стандарте.

8. **Резьба круглая для санитарно-технической арматуры,** ГОСТ 13536—68. Угол профиля этой резьбы равен 30°, вершины и впадины закруглены. Параметры этой резьбы: $H = 1{,}86603S$; $h = 0{,}5S$; $r = 0{,}23851S$; $R = 0{,}25597S$; $r_1 = 0{,}22105S$.

Вследствие больших радиусов закруглений круглые резьбы имеют уменьшенную концентрацию напряжений и применяются при значительных переменных и ударных нагрузках, а также при необходимости частого завинчивания и отвинчивания в условиях воздействия агрессивной среды.

УСЛОВНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ

На чертежах принято резьбу изображать условно, согласно ГОСТу 13536—68. Характер условного изображения одинаков для всех видов стандартизованных резьб.

Изображение резьбы на стержне (наружная резьба)

Резьбу на стержне изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями — по внутреннему диаметру. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $^3/_4$ окружности и разомкнутую в любом месте (рис. 302, *а*).

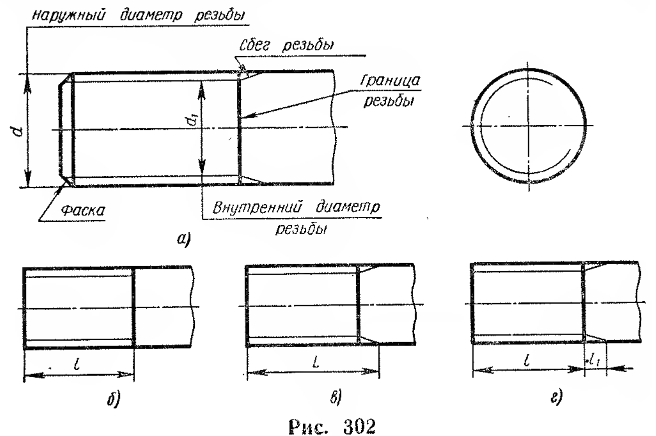


Рис. 302

Границу резьбы наносят в конце полного профиля резьбы (до начала сбега), проводят ее до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной линией (рис. 302, *а*).

Сбег резьбы, если необходимо, изображают сплошной тонкой прямой наклонной линией, как показано на рис. 302, *а*. Недовод резьбы — величина ненарезанной части детали между концом сбега резьбы и упорной поверхностью (рис. 303, *а*). Недовод зависит от шага резьбы; для наружной резьбы он не больше двух шагов, а для внутренней — не более трех шагов.

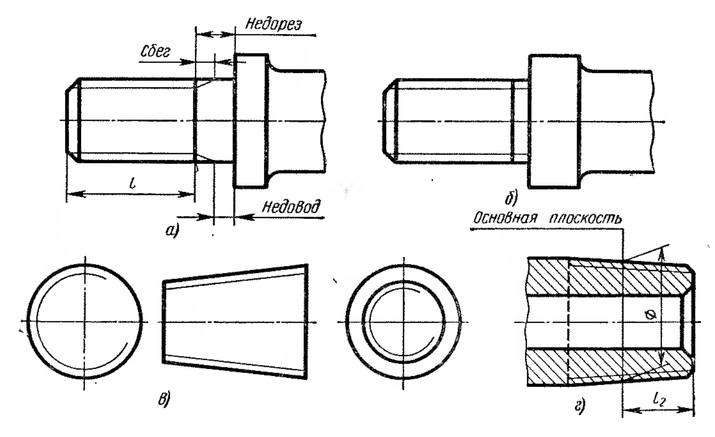


Рис. 303

Недорез резьбы — длина участка детали, состоящая из недовода и сбега при нарезании резьбы в упор (рис. 303, *а*). Недорез зависит от шага резьбы и определяется по ГОСТу 10549—63. Допускается изображать недорез резьбы, как показано на рис. 303, *б*.

Если на конце стержня имеется фаска, то линия внутреннего диаметра резьбы должна пересекать границу фаски. В проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, фаску, не имеющую специального конструктивного назначения, не изображают (рис. 302, *а*).

Размер длины резьбы указывают, как правило, без сбега (рис. 302, *б*). При необходимости размеры длины резьбы указывают со сбегом (рис. 302, *в*) или отдельно величину сбега (рис. 302, *г*).

На рис. 303, *в* показано изображение резьбы на конической детали. Основную плоскость конической резьбы на стержне при необходимости указывают тонкой сплошной линией (рис. 303, *г*) (l_2 — расстояние от торца до основной плоскости).

Изображение резьбы в отверстии (внутренняя резьба)

Резьбу в отверстии при вычерчивании в разрезе или сечении изображают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими — по наружному (рис. 304, *а*). На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикуляр-

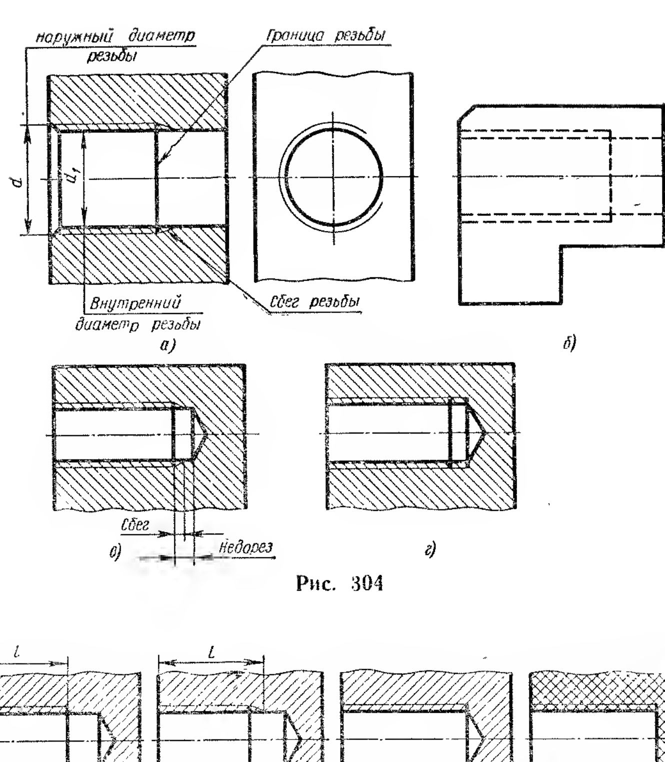


Рис. 304

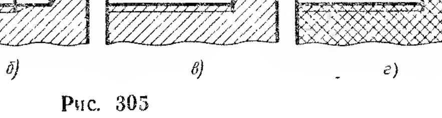


Рис. 305

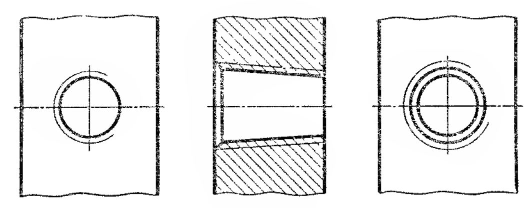


Рис. 306

ную к оси отверстия, дугу проводят только на $^3/_4$ длины окружности, размыкая ее в любом месте (рис. 304, *а*). Штриховку в разрезах и сечениях доводят до сплошных основных линий, соответствующих внутреннему диаметру резьбы в отверстии.

Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и внутреннему диаметрам (рис. 304, *б*).

Если резьба в отверстии нарезана не на полную глубину, то границу резьбы изображают сплошной основной линией, проводя ее до начала сбега (рис. 304, *а*).

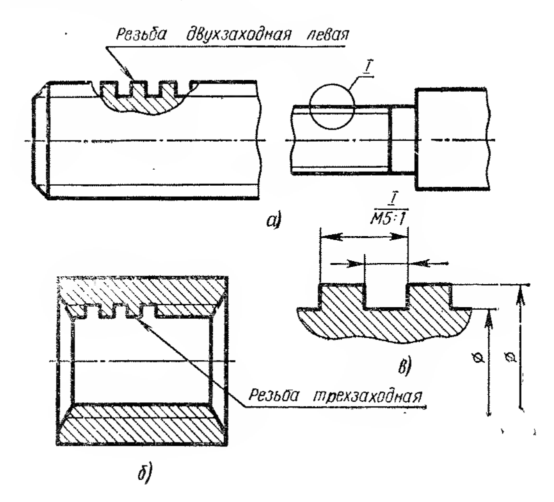


Рис. 307

Глухое отверстие с резьбой называется гнездом. Конечная часть гнезда имеет коническую фаску с углом при вершине примерно 120° (рис. 304, *в*).

На рис. 304, *в* показано изображение недореза резьбы в отверстии при нарезании в упор. Допускается изображать недорез резьбы, как показано на рис. 304, *г*.

На рис. 305, *а* показан предпочтительный способ нанесения длины резьбы в отверстии, а на рис. 305, *б* — допустимый.

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, например на сборочных, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как показано на рис. 305, *в*, даже при наличии разности между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы. На рис. 305, *г* показано изображение резьбы в отверстиях деталей, изготовленных из пластмассы.

На рис. 306 показано изображение отверстий с конической резьбой. При виде со стороны бо́льшего основания конуса изображают внутренний и наружный диаметры резьбы бо́льшего основания и внутренний диаметр резьбы меньшего основания. При виде со стороны меньшего основания конуса изображают только наружный и внутренний диаметры резьбы меньшего основания.

Резьбу с нестандартным профилем показывают одним из способов, изображенных на рис. 307, *а—в* со всеми необходимыми размерами и предельными отклонениями. Кроме этого, на чертеже указывают дополнительные данные о числе заходов, о левом направлении резьбы и т. п. с добавлением слова «Резьба».

Изображение соединения деталей с резьбой

На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскость, параллельную его оси, в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня. Сплошные линии, соответствующие наружному диаметру резьбы на стержне, переходят в тонкие

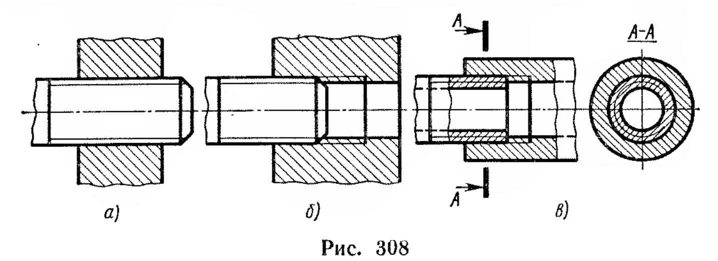


Рис. 308

сплошные линии, соответствующие наружному диаметру резьбы в отверстии, а сплошные линии внутреннего диаметра резьбы стержня — в сплошные линии внутреннего диаметра резьбы отверстия (рис. 308, *а, б*).

На рис. 308, *в* показано изображение резьбового соединения в разрезе.

УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ

Резьбу на чертежах обозначают условно по соответствующим стандартам на размеры и предельные отклонения резьб. Как правило, обозначение резьбы относят к ее наружному диаметру (рис. 309), проставляя значение над размерной линией, на ее продолжении или на полке (рис. 309, *а—в*).

Обозначение трубной цилиндрической и конических резьб относят не к диаметру, а к контуру резьбы (рис. 310).

Остановимся на законах обозначения отдельных типов резьб. Для резьб, по которым стандартизовано несколько полей допусков, классов точности, обозначение должно содержать: а) условное обозначение типа резьбы; б) номинальный диаметр резьбы; в) условное обозначение поля допуска или класса точности.

Метрическая резьба (ГОСТ 9150—59). Условное обозначение метрической резьбы с крупным шагом состоит из буквы «М», диаметра и указания поля допуска, например, *М*24—6*g*, *М*24—6*H* и т. д.

Для резьб метрических с мелкими шагами дополнительно указывают значение шага резьбы, например, *М*24×2—6*g*, *М*24×2—6*H* (рис. 309).

Если на чертеже изображено резьбовое соединение, то посадки резьбовых деталей обозначают дробью, в числителе которой указывают обозначение поля допуска гайки, т. е. внутренней резьбы, а в знамена-

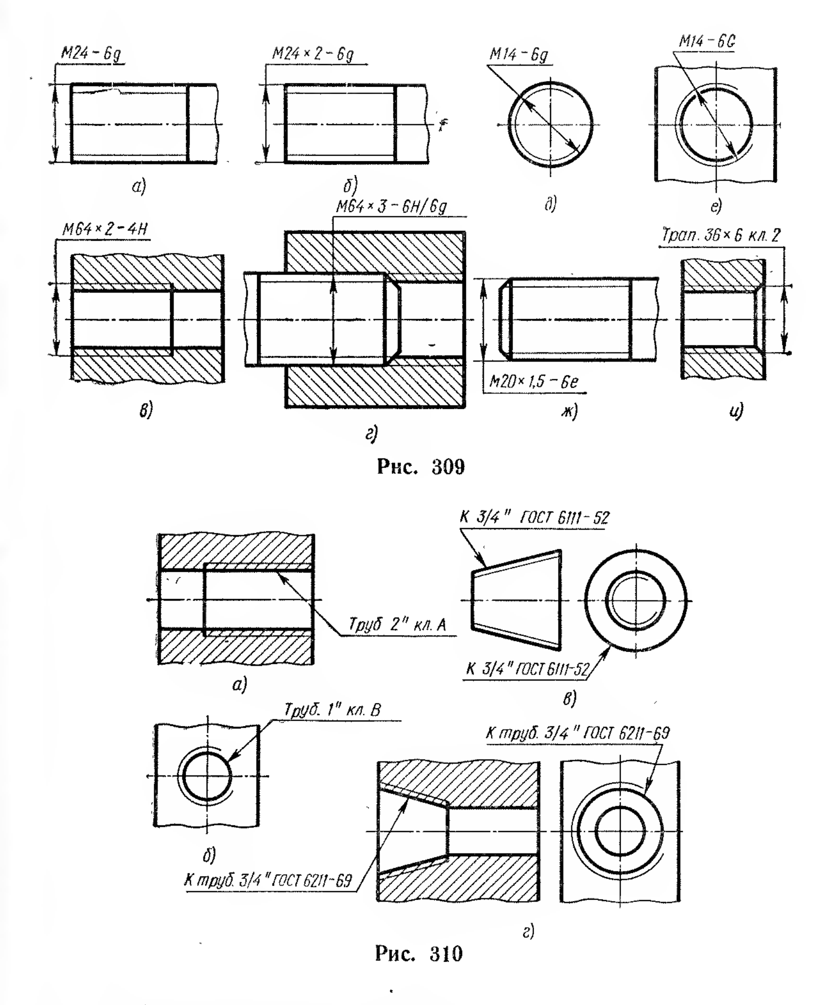


Рис. 309

Рис. 310

теле — обозначение поля допуска болта, т. е. наружной резьбы, например, *М*12—6*H*/6*g*, *М*24×2—6*H*/6*g*.

Резьба метрическая с натягом (ГОСТ 4608—65) предназначена для шпилек из сталей, сопрягаемых с резьбовыми отверстиями (гнездами) в деталях из стали, титановых сплавов, чугуна и других материалов. Устанавливаются следующие посадки с натягами:

$$\frac{A_0}{T_0};\quad \frac{A_0 2}{T_0 2};\quad \frac{A_0 3}{T_0 4};\quad \frac{A_1 2}{T_1 2}.$$

Обозначение на чертежах резьбы с натягами производится в соответствии с ГОСТом 8724—58 с добавлением условного обозначения

посадки или поля допуска резьбовой детали, согласно ГОСТу 4608—65, например:

$M14\frac{A_02}{T_02}$ — обозначение резьбового соединения;

$M14A_02$ — обозначение резьбы гнезда (рис. 309, *е*);

$M14T_02$ — обозначение резьбы шпильки (рис. 309, *д*).

Резьба трубная цилиндрическая (ГОСТ 6357—73). Условное обозначение состоит из сокращенного слова «Труб», размера резьбы в дюймах и указания класса точности. Для трубной цилиндрической резьбы устанавливаются два класса точности — А и В. Пример условного обозначения: *Труб. 2" кл. А* (рис. 310, *а*).

Резьба трапецеидальная (ГОСТ 9484—60*). Условное обозначение состоит из сокращенного слова «Трап», диаметра, шага резьбы и указания класса точности по ГОСТу 9562—60. Установлены следующие классы точности: а) для гайки 1, 2 и 3-й классы точности (кл. 1, кл. 2, кл. 3); б) для винта (посадки в системе отверстия):

скользящая посадка 1-го класса точности (кл. 1);
посадка движения 2-го класса точности (кл. 2);
посадка движения 3-го класса точности (кл. 3);
ходовая посадка 3-го класса точности (кл. 3X).

Примеры условного обозначения трапецеидальной резьбы: *Трап 36×6 кл. 1*; *Трап 36×6 кл. 2* (рис. 309, *и*); *Трап 36×6 кл. 3X*. Пример условного обозначения резьбового соединения:

Трап 36×6 кл. 2/кл. 3.

Резьба упорная (ГОСТ 10177—62). Условное обозначение состоит из букв «Уп», диаметра, шага резьбы и указания класса точности. Для гайки установлен один класс точности, для винта — 1 и 2-й классы точности (кл. 1 и кл. 2). Например, *Уп. 80×16 кл. 1*; *Уп. 80×16 кл. 2*.

Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60° (ГОСТ 6111—52). Условное обозначение состоит из буквы «К», значения размера резьбы в дюймах и номера стандарта, например:

К 3/4" ГОСТ 6111—52 (рис. 310, *в*).

Резьба коническая трубная (ГОСТ 6211—69). Примеры условного обозначения конической трубной резьбы:

коническая трубная резьбы 3/4"

$К_{труб}$ 3/4" ГОСТ 6211—69 (рис. 310, *г*),

укороченная коническая трубная резьба 3/4"

$К_{труб}$ 3/4" укор. ГОСТ 6211—69,

укороченная коническая резьба повышенной точности 3/4"

$К_{труб}$ 3/4" пов. точн. ГОСТ 6211—69.

Обозначение стандартизованных резьб ограниченного применения должно содержать условное обозначение резьбы, ее номинальные размеры и номер стандарта.

* С 1 января 1975 г. вводится в действие ГОСТ 9483—73.

Резьба коническая вентилей и горловин баллонов для газов (ГОСТ 9909—70) диаметром резьбы $D = 20{,}16$ мм:

К20 ГАЗ ГОСТ 9909—70.

Резьба круглая для санитарно-технической арматуры (ГОСТ 13536—68) диаметром $d = 12$ мм, шагом $S = 2{,}54$ мм:

Кр 12×2,54 ГОСТ 13536—68.

Резьба круглая для цоколей и патронов электрических ламп (ГОСТ 6042—71):

Ц 10 ГОСТ 6042—71 и т. д.

Левая резьба обозначается сокращенно «лев», например:

М24 кл. 2 лев.; *Трап 22×2 кл. 1 лев.*

Обозначение многозаходных резьб. Условное обозначение дается в виде произведения числа заходов на шаг резьбы, например:

Трап 90×(3×12) лев — резьба трапецеидальная трехходовая левая с диаметром 90 мм и шагом 12 мм (3×12 — значение хода резьбы).

Допускается также давать указание о количестве заходов резьбы надписью, присоединяя ее к обозначению резьбы или нанося возле вычерчиваемого профиля (см. рис. 307, *а*, *б*).

Специальной называется резьба, имеющая стандартный профиль, но нестандартный шаг или диаметр. В условном обозначении специальной резьбы добавляется сокращенное слово «Сп» и указывают числовые значения предельных отклонений для среднего диаметра резьбы, например: *Сп. М14×1,25*; $\frac{13{,}1888}{13{,}118}$; *Сп. Трап 50×5*; $\frac{47{,}448}{46{,}935}$.

ДОПУСКИ НА МЕТРИЧЕСКИЕ РЕЗЬБЫ (ГОСТ 16093—70)

С 1 января 1973 г. взамен ГОСТа 9253—59 и ГОСТа 10191—62 введен ГОСТ 16093—70 «Резьба метрическая для диаметров от 1 до 600 мм. Допуски».

Взамен классов точности, обозначение поля допуска диаметра резьбы состоит из цифры, показывающей степень точности, и буквы, обозначающей основное отклонение.

Для наружного диаметра резьбы болта установлена 4, 6 и 8-я степени точности, а для среднего диаметра — 4, 6, 7 и 8-я. Соответственно для внутреннего диаметра гайки — 5, 6 и 7-я степени точности, а для среднего диаметра — 4, 5, 6 и 7-я.

Ряды основных отклонений, установленные стандартом:

для резьбы болтов — h, g, e, d;
для резьбы гаек — H, G.

В обозначении поля допуска на первом месте указывают значение для среднего диаметра резьбы, на втором — поле допуска наружного диаметра болта или внутреннего диаметра гайки, например, для болта — $7h6h$, для гайки — $5H6H$.

Если поля допусков по среднему диаметру резьбы совпадают со значениями по диаметру, проходящему через вершину резьбы, то ставят в обозначении лишь одно значение, например, $6h$; $6H$.

В зависимости от класса точности изготовления резьбы (точный, средний, грубый) установлены соответствующие величины полей допусков (табл. 19).

Таблица 19

Поля допусков резьбы в зависимости от класса точности

Классы точности	Поля допусков резьбы: болтов	Поля допусков резьбы: гаек
Точный	$4h$	$4H5H$
Средний	$6h$; $6g$; $6e$; $6d$	$5H6H$; $6H$; $6G$
Грубый	$8h$; $8g$	$7H$; $7G$

Значения полей допусков, заключенные в рамки, рекомендованы для предпочтительного применения. Допускаются любые сочетания полей допусков резьбы болтов и гаек. Числовые значения предельных отклонений для различных полей допусков в зависимости от шага резьбы даны в ГОСТе 16093—70. Замену допусков резьб в ранее разработанной технической документации рекомендуется производить в соответствии с данными, приведенными в табл. 20.

Таблица 20

Соответствие между полями допусков и классами точности резьбы

Болт: Класс точности резьбы по ранее действовавшим стандартам		Болт: Поле допуска резьбы по ГОСТу 16093—70	Гайка: Класс точности резьбы по ранее действовавшим стандартам		Гайка: Поле допуска резьбы по ГОСТу 16093—70
ГОСТ 9253—59	кл. 1 кл. 2 кл. 2а кл. 3	$4h$ $6g$ $6g$ $8g$	ГОСТ 9253—59	кл. 1 кл. 2 кл. 2а кл. 3	$4H5H$ $6H$ $6H$ $7H$
ГОСТ 10191—62	кл. 2аД кл. 3Л	$6g$ $6e$	ГОСТ 10191—62	кл. 3Х	$6G$

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ

При выполнении рабочих чертежей деталей с резьбой необходимо указывать конструктивные элементы резьбы. К ним относятся сбеги, проточки, фаски, недоводы и недорезы. Данные по конструктивным элементам приведены в ГОСТе 10549—63 (см. приложение, табл. 60—64).

Сбег резьбы получается при выходе из металла резьбонарезающего инструмента и представляет участок неполноценного профиля резьбы (рис. 311, *а*, *б*). Длина l_1 участка сбега зависит от угла α заборной части резьбонарезающего инструмента. В ГОСТе 10549—63 приведены

данные величины сбега и других конструктивных элементов для резьб различных типов (метрической, трубной цилиндрической и конической).

С некоторым приближением условно можно принять для метрической резьбы, что величина сбега для инструмента с углом $\alpha = 30°$ составляет:

для наружной резьбы — $l_1 = 1{,}1S$;
для внутренней резьбы — $l_3 = 2{,}7S$.

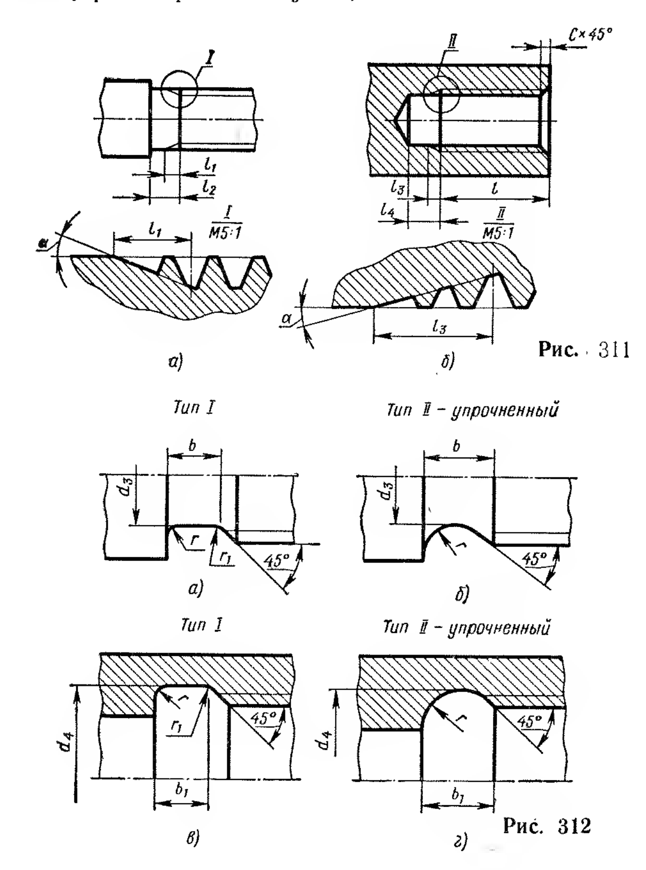


Рис. 311

Рис. 312

Недорез резьбы дается в стандарте как функция от шага резьбы.

Приближенно можно принять для метрической резьбы значение недореза:

для наружной резьбы — $l_2 = 2{,}2S$;
для внутренней резьбы — $l_4 = 4S$.

Проточка — кольцевой желобок на стержне или кольцевая выточка в отверстии, технологически необходимая для выхода резьбонарезающего инструмента. Размеры нормальных проточек унифициро-

ваны по ГОСТу 10549—63. Проточки бывают: типа I (нормальные и узкие — рис. 312, *а*, *в*) и типа II (упрочненные — рис. 312, *б*, *г*).

Для нормальных проточек в наружной метрической резьбе можно условно принять (рис. 312, *а*, *б*):

для типа I — $b = 2{,}2S$; $d_3 = d - 1{,}5S$; $r = 0{,}6S$; $r_1 = 0{,}3S$;

для типа II — $b = 2{,}8S$; $d_3 = d - 1{,}5S$; $r = 1{,}5S$.

Размеры внутренних проточек несколько больше (рис. 312, *в*, *г*), и соотношения для них следующие:

для типа I — $b = 4S$; $d_4 = d + 0{,}5S$; $r = S$; $r_1 = 0{,}5S$;

для типа II — $b_1 = 4S$; $d_4 = d + 0{,}5S$; $r = 2S$.

Фаска — скошенная кромка стержня или отверстия. Условно можно принять, что высота фаски равна шагу резьбы — $c = S$ (рис. 311, *б*).

КРЕПЕЖНЫЕ РЕЗЬБОВЫЕ ДЕТАЛИ (БОЛТЫ, ВИНТЫ, ГАЙКИ, ШПИЛЬКИ)

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ

С 1 июля 1971 г. введен в действие пересмотренный стандарт (ГОСТ 1759—70) на болты, винты, шпильки и гайки (технические требования). Стандарт устанавливает механические свойства на крепежные детали, виды и условное обозначение покрытий для них, допускаемые отклонения от геометрической формы и дефекты внешнего вида, методы испытаний, маркировку и упаковку деталей.

В приложении (см. табл. 65—72) приведены механические свойства крепежных деталей.

Рассмотрим основное содержание ГОСТа 1759—70.

Для характеристики механических свойств болтов, винтов и шпилек из углеродистых и легированных сталей при нормальной температуре установлено 12 классов прочности, а именно: 3.6; 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 6.8; 6.9; 8.8; 10.9; 12.9 и 14.9 (см. табл. 65).

Класс прочности обозначен двумя числами, первое из которых, умноженное на 10, определяет величину минимального временного сопротивления в кгс/мм²; второе число, умноженное на 10, определяет отношение предела текучести к временному сопротивлению в процентах; произведение чисел определяет величину предела текучести в кгс/мм². Например, для класса прочности 5.8 временное сопротивление $\sigma_в$ равно 50 кгс/мм², предел текучести $\sigma_т$ равен 40 кгс/мм² (т. е. $5 \times 8 = 40$), и отношение предела текучести к временному сопротивлению составляет 80% ($8 \times 10 = 80$).

Для каждого класса прочности ГОСТ рекомендует определенные марки стали, а в табл. 71 указаны также технологические процессы, рекомендуемые для изготовления болтов, винтов и шпилек в зависимости от класса прочности и применяемых марок стали.

Для гаек из углеродистых и легированных сталей при нормальной температуре установлено 7 классов прочности, а именно: 4; 5; 6; 8; 10; 12 и 14 (табл. 66). Класс прочности обозначен числом, которое при умножении на 10 дает величину напряжения σ_F от испытательной нагрузки в кгс/мм², например, для класса прочности 8 напряжение от испытательной нагрузки составляет 80 кгс/мм².

Механические свойства болтов, винтов, шпилек и гаек, изготовленных из коррозионностойких, жаростойких, жаропрочных и теплоустойчивых сталей, а также рекомендуемые марки стали должны соответ-

ствовать указанным в табл. 67. Для деталей, выполненных из указанных материалов, механическая характеристика выражена группами 21, 22, 23, 24, 25 и 26.

Механические свойства болтов, винтов, шпилек и гаек, изготовленных из цветных сплавов, а также рекомендуемые марки материала должны соответствовать указанным в табл. 69.

Механические свойства выражены группами 31, 32, 33, 34 и 35.

ГОСТ 1759—70 устанавливает новую классификацию и условное обозначение покрытий для крепежных деталей. Эти данные приведены в табл. 21.

Таблица 21

Виды и условные обозначения покрытий

Обозначение	Вид покрытий
00	Без покрытия
01	Цинковое с хроматированием
02	Кадмиевое с хроматированием
03	Никелевое. Многослойное—медь-никель
04	Многослойное—медь-никель-хром
05	Окисное
06	Фосфатное с промасливанием
07	Оловянное
08	Медное
09	Цинковое
10	Окисное анодизационное с хроматированием
11	Пассивное
12	Серебряное

Выбор вида покрытия для определенного материала производится по ГОСТу 14623—69, а выбор толщины покрытия — по ГОСТу 9791—68.

ГОСТ 1759—70 устанавливает, какие параметры должны быть указаны в условном обозначении крепежных деталей.

В условном обозначении болтов, винтов и шпилек из углеродистых сталей классов прочности 3.6—6.9, гаек из углеродистых сталей классов прочности 4—8 и изделий из цветных сплавов указывают: 1) наименование детали; 2) вид исполнения (исполнение 1 не указывают); 3) диаметр резьбы; 4) величину шага резьбы (только для метрической резьбы с мелким шагом); 5) поле допуска резьбы по ГОСТу 16093—70 (поля допуска *8g* и *7H* не указывают); 6) длину стержня детали (для гаек этот пункт опускают); 7) класс прочности или группу; 8) вариант применения спокойной стали; 9) обозначение вида покрытия; 10) толщину покрытия; 11) номер размерного стандарта.

При обозначении изделия, изготовленного из автоматной стали, после числа, обозначающего класс прочности, указывают букву А.

Примеры обозначений будут приведены при рассмотрении отдельных типов крепежных деталей.

В условном обозначении болтов, винтов и шпилек классов прочности 8.8, 10.9, 12.9, 14.9 и гаек классов прочности 10, 12, 14, изделий из коррозионностойких, жаростойких, жаропрочных и теплоустойчивых сталей, а также изделий, материал и покрытие которых не предусмотрены ГОСТом 1759—70, указывают те же показатели, только вместо указания о применении спокойной стали полностью обозначают марку применяемой стали или сплава.

Таблица 22

Марки материалов для изготовления болтов, шпилек и гаек с диаметром резьбы свыше 48 мм

(по ГОСТу 18126—72)

Наименование материала	Условное обозначение материала	Марка материала	№ стандарта	Временное сопротивление $\sigma_в$ в кгс/мм²	Твердость по Бринелю *HB*	Условное обозначение марки материала (группа)
				не менее		
Углеродистые стали	0	Ст 3сп	ГОСТ 380—71	38	90	02
		Ст 3кп		37		
		20	ГОСТ 1050—60	42	110	04
		25Л—II	ГОСТ 977—65	45	124	
		35 45 35	ГОСТ 1050—60	54 61 80	140 170 225 (в закаленном состоянии)	05 06 07
Легированные стали	1	35Х	ГОСТ 4543—71	95	197	11
		40ХН		100	217	
Коррозионностойкие стали	2	Х18Н9Т Х18Н10Т	ГОСТ 5632—72	52	—	21
		1Х17Н2		70	—	23
Жаростойкие и жаропрочные стали	2	25Х1МФ	ГОСТ 10500—63	90	—	25

Примечания: 1. Для изготовления изделий из материалов групп 02, 04, 05 и 06 допускается применение автоматной стали.

2. Для изготовления гаек из материалов групп 02, 04, 05 и 06 допускается применять фосфористую сталь.

Толщина многослойного покрытия в условном обозначении указывается суммарной для всех компонентов, например, покрытие М3Н3Х1 обозначается — 047.

Технические требования на болты, шпильки и гайки с диаметром резьбы свыше 48 мм даны в ГОСТе 18126—72. Марки материалов и их условные обозначения должны соответствовать указанным в табл. 22. При изготовлении изделий из стали групп 04, 11 и 21 должна быть указана марка стали. Изделия могут иметь следующие виды покрытий: а) без покрытия (00); б) цинковое с хроматированием (01); в) кадмиевое с хроматированием (02); г) окисное (05); д) фосфатное с промасливанием (06).

В условном обозначении болтов, шпилек и гаек диаметром резьбы свыше 48 мм указывают: 1) наименование; 2) точность изготовления (указывают только повышенную точность буквой «П»); 3) исполнение (исполнение 1 не указывают); 4) диаметр резьбы; 5) мелкий шаг резьбы; 6) обозначение поля допуска диаметра резьбы (допуски 8*g* для болтов и шпилек и 7*H* для гаек не указывают); 7) длину болта или шпильки; 8) обозначение группы материала; 9) вариант применения спокойной стали; 10) обозначение вида покрытия; 11) толщину покрытия; 12) номер размерного стандарта.

При обозначении изделия, изготовленного из автоматной стали, после числа, обозначающего группу материала, указывают букву *А*.

Если изделие изготовлено из материалов групп 21, 23, 25, а также из материалов и покрытий, не предусмотренных этим стандартом, то в условном обозначении вместо группы материала и указания о применении спокойной стали записывают марку материала. Вид покрытия в этих случаях обозначают по ГОСТу 9791—68.

БОЛТЫ

Болт — цилиндрический стержень с головкой на одном конце и с резьбой на другом.

Выпускаемые промышленностью болты различают: 1) по форме и размерам головок; 2) по форме стержня; 3) по шагу резьбы; 4) по характеру исполнения; 5) точности изготовления.

В зависимости от назначения и условий работы болты выполняют с шестигранными (рис. 313, 314), полукруглыми (рис. 315, *а*, *б*, *в*) и с потайными головками (рис. 315, *г*, *д*). Шестигранные головки болтов выполняют нормальной, уменьшенной высоты и уменьшенной высоты с направляющим подголовком (рис. 314, *а*). Вариантом исполнения шестигранных головок является наличие небольшого цилиндрического пояска, размеры которого указаны на рис. 314, *а*, *б*.

Болты с полукруглыми и потайными головками изготовляют с усом (рис. 315, *б*, *г*), с подголовком и усом (рис. 315, *а*) и с квадратным подголовком (рис. 315, *в*, *д*). Головки болтов могут быть нормальных и увеличенных размеров (рис. 315, *б*, *в*).

Болты с шестигранными головками изготовляют нормальной, повышенной и грубой точности, отличающиеся классом чистоты поверхности резьбы, цилиндрического стержня и опорной плоскости головки. На рис. 313, *а*, 314, *а* показаны классы чистоты для болтов нормальной точности изготовления, на рис. 313, *б* — повышенной, а на рис. 314, *б* — грубой.

Болты с полукруглыми и потайными головками изготовляют грубой точности. В табл. 82—91 указаны классы чистоты поверхностей этих болтов. Болты выполняют с метрической резьбой с крупным и мел-

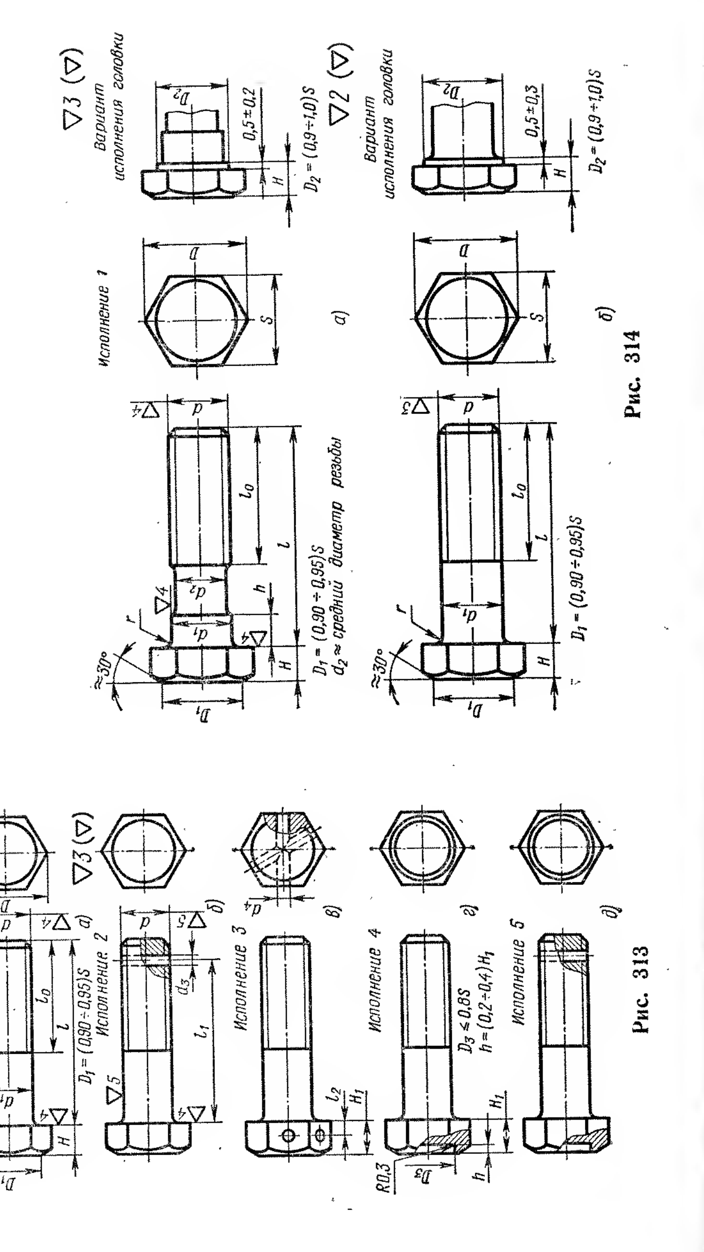


Рис. 314

Рис. 313

ким шагом, причем для каждого диаметра резьбы предусмотрен стандартом лишь один мелкий шаг. Резьба может быть выполнена способом нарезки или накатки. Размеры резьбы берутся по ГОСТу 9150—59, а допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70. Для болтов нормальной и повышенной точности изготовления поле допуска резьбы принимают 6*g* и 8*g* (поле допуска 4*g* по соглашению между изготовителем и потребителем). Болты грубой точности изготовляются только с крупной метрической резьбой с полем допуска 8*g*.

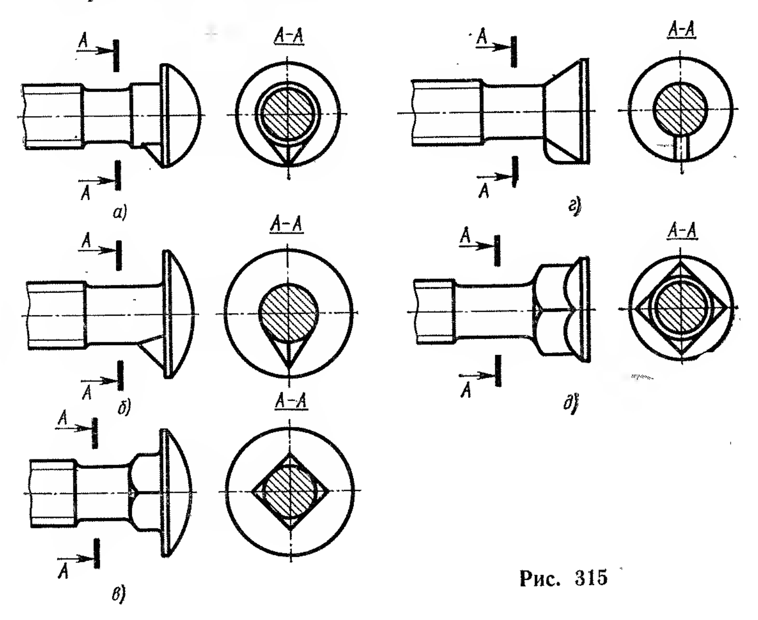


Рис. 315

Болты с шестигранными головками нормальной и повышенной точности изготовления имеют от трех до пяти исполнений (см. рис. 313).

Болты с шестигранной головкой грубой точности изготовления имеют два исполнения: исполнение 1 — без отверстия под шплинт, и исполнение 2 — с цилиндрическим углублением (зенковкой) в головке.

Болты с полукруглой и потайной головками имеют также два исполнения: исполнение 1, при котором диаметр ненарезанной части стержня меньше диаметра резьбы (рис. 315), и исполнение 2, когда оба эти диаметра одинаковы. Размеры болтов даны в приложении в табл. 73—91.

Примеры условных обозначений болтов с шестигранными головками.

Болт с шестигранной головкой (нормальной точности) диаметром резьбы 12 мм, длиной 60 мм, класса прочности 5.8, исполнения 1, с крупным шагом резьбы с полем допуска 8*g* без покрытия:

Болт М12×60.58 ГОСТ 7798—70.

То же, класса прочности 10.9 из стали 40Х, исполнения 2, с мелким шагом резьбы 1,25 мм, с полем допуска 6*g*, с покрытием 01 толщиной 6 мкм:

Болт 2 М12×1,25.6g×60.109.40Х.016 ГОСТ 7798—70.

Болт с шестигранной уменьшенной головкой (повышенной точности), исполнения 2, диаметром резьбы $d = 56$ мм, с мелким шагом резьбы $S = 4$ мм с полем допуска 6*g*, длиной $l = 300$ мм, из материала группы 21, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Болт П2М56×4.6g×300.21.019 ГОСТ 18125—72.

Примеры условных обозначений болтов с полукруглыми и потайными головками.

Болт с увеличенной полукруглой головкой и квадратным подголовком (грубой точности), диаметр резьбы 12 мм, длина болта 60 мм, класс прочности 3.6, без покрытия:

Болт М12×60.36 ГОСТ 7802—72.

То же, исполнения 2, диаметром резьбы 12 мм, длиной 60 мм, класса прочности 4.6, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Болт 2М12×60.46.019 ГОСТ 7802—72.

ГАЙКИ

Гайка — деталь, имеющая отверстие с резьбой для навинчивания на болт или на шпильку. Гайки различают: а) по форме поверхности; б) по характеру исполнения; в) по характеру резьбы; г) по точности изготовления.

По форме поверхности гайки выполняют: шестигранными (рис. 316), шестигранными прорезными (рис. 317, *а*), корончатыми (рис. 317, б), круглыми (рис. 317, *г*), барашковыми (рис. 317, *в*) и др. По высоте шестигранные гайки различают нормальной высоты (рис. 316, *а*, б), низкие (рис. 316, *г*), высокие и особо высокие (рис. 316, *д*). Кроме того, гайки выпускают и с уменьшенным размером «под ключ».

Гайки изготовляют нормальной, повышенной и грубой точности. Степень точности определяет класс чистоты отдельных поверхностей изделия. На рис. 316, *б* показаны классы чистоты для гаек нормальной точности изготовления, на рис. 316, *а* — повышенной, а на рис. 316, *в* — грубой.

По типу резьбы различают гайки с метрической резьбой с крупным или с мелким шагом. Поле допуска резьбы для гаек нормальной и повышенной точности изготовления 7*H* и 6*H*.

Гайки грубой точности изготовления выпускают только с крупным шагом резьбы с полем допуска 7*H*. Резьбу на гайках нарезают на специальных станках или с помощью метчиков.

Гайки изготовляют трех видов исполнения: 1, 2 и 3 (исполнение 3 предусмотрено только для гаек грубой точности изготовления); исполнение 1 — с двумя коническими фасками (рис. 316, *а*), исполнение 2 — с одной фаской (рис. 316, б) и исполнение 3 — без фасок и с цилиндрическим выступом с одного торца гайки (рис. 316, *в*). Выбор типа гайки зависит от назначения и условий работы. Высокие и особо высокие гайки применяются при значительных осевых усилиях, а также в тех

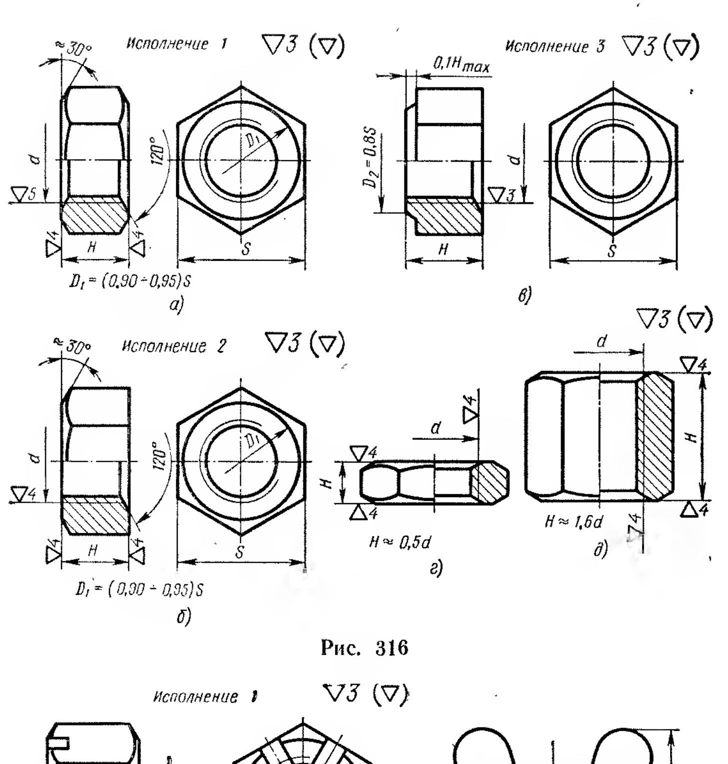


Рис. 316

Исполнение 1 ∇3 (∇)

Исполнение 2 ∇3 (∇)

Рис. 317

случаях, когда в процессе эксплуатации приходится часто демонтировать резьбовое соединение. Низкие гайки применяются при незначительных осевых усилиях.

Для соединений, подверженных переменной нагрузке и вибрациям, употребляются прорезные и корончатые гайки со шплинтами или обыкновенные гайки со стопорными устройствами различной конструкции.

Гайки-барашки применяются в тех случаях, когда завертывание требуется производить вручную, без ключа.

Размеры гаек даны в приложении в табл. 105—112.

Примеры условных обозначений гаек.

Гайка шестигранная (нормальной точности) диаметром резьбы 12 мм, класса прочности 5, исполнения 1 (с двумя фасками), с крупным шагом резьбы с полем допуска $7H$, без покрытия:

Гайка M12.5 ГОСТ 5915—70.

То же, класса прочности 12 из стали 40Х, исполнения 2, с мелким шагом резьбы 1,25 мм, с полем допуска $6H$, с покрытием 02 толщиной 6 мкм:

Гайка 2M12×1,25.6H.12.40X.026 ГОСТ 5915—70.

Гайка шестигранная (повышенной точности) с уменьшенным размером «под ключ» диаметром резьбы 12 мм, класса прочности 5, с крупным шагом резьбы, с полем допуска $6H$, без покрытия:

Гайка M12.6H.5 ГОСТ 2524—70.

То же, класса прочности 12 из стали 40Х, с мелким шагом резьбы 1,25 мм, с полем допуска $6H$, с покрытием 01 толщиной 6 мкм:

Гайка M12×1,25.6H.12.40X.016 ГОСТ 2524—70.

Гайка шестигранная (нормальной точности) с диаметром резьбы 56 мм, с крупным шагом, с полем допуска $7H$, из материала группы 21, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Гайка M56.21.019 ГОСТ 10605—72.

Вычерчивание гаек по размерам, взятым из стандартов, производят в случаях составления рабочих чертежей либо в учебной практике. На рис. 318 показано построение гайки с двумя фасками.

Рассмотрим порядок построения шестигранной гайки нормальной точности по ГОСТу 5915—70 с диаметром резьбы M48 мм:

1. На всех трех видах — спереди, слева и сверху — проводят осевые линии. На виде слева вычерчивают вспомогательную окружность диаметром $D = 84,3$ мм и вписывают в эту окружность правильный шестиугольник, две стороны которого занимают вертикальное положение. Размер под ключ S получается при этом сам собой, так как величины S и D связаны зависимостью $S = \frac{1,73D}{2}$, вытекающей из геометрии шестиугольника.

2. На видах спереди и сверху проводят параллельные линии, отстоящие друг от друга на расстоянии $H = 38$ мм. Проводя из вершин шестиугольника линии связи, получают проекции боковых ребер и граней гайки. На виде спереди видимы три грани, и ширина проекции на этом виде равна D, т. е. 84,3 мм. На виде сверху видимы лишь две грани, и ширина проекции равна размеру под ключ, т. е. 75 мм.

3. Вычерчивают торцовые опорные плоскости гайки и определяют диаметр D_1 окружности, ограничивающей торцовые плоскости гайки:

$$D_1 = (0,9 \div 0,95)\ S;$$

$$D_1 = (0,9 \div 0,95)\ 75 = 67,5 \div 71,25.$$

Принимаем $D_1 = 70$ мм.

На виде слева окружность проецируется в натуральную величину, причем она не касается сторон шестиугольника. На видах спереди и сверху окружность изобразится отрезками 1_2—1_2 и 2_1—2_1. С помощью

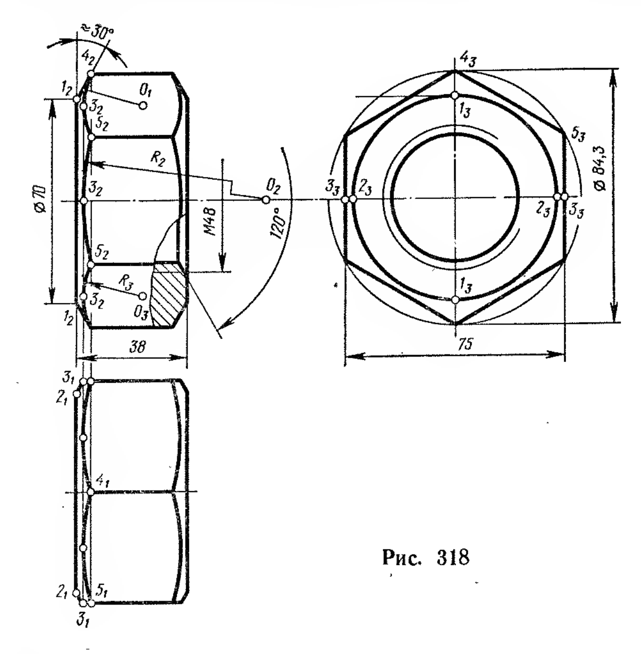


Рис. 318

треугольников из точек 1_2, 2_1 под углом 30° к вертикали проводят образующие конической фаски. На пересечении этих образующих с ребрами призмы на виде спереди получают наинизшие точки кривых 4_2 и 5_2, а на пересечении с гранями на виде сверху — наивысшие точки 3_1. Проводя из полученных точек вертикальные линии связи, получают на всех боковых ребрах призмы проекции точек 4, 5, а на серединах боковых граней — проекции точки 3.

4. Пересечение поверхности конической фаски с гранями гайки происходит по кривым — гиперболам; в практике черчения принято на изображении заменять гиперболы дугами окружностей. Имея по три точки (4_2, 3_2, 5_2) на каждой проекции боковой грани призмы, находят центры O_1, O_2, O_3, из которых циркулем проводят дуги, приближенно заменяющие гиперболы. Например, для определения центра O_1 восставляют к середине 3_2—4_2 перпендикуляр, пересекающий среднюю линию грани в искомой точке O_1. Аналогично определяют и центры O_2 и O_3.

5. Заканчивают изображение гайки проведением на виде слева двух окружностей диаметром 48 мм, соответствующей наружному диаметру резьбы, и окружности диаметром $d_1 = 42{,}58$ мм, соответствующей внутреннему диаметру резьбы (значение внутреннего диаметра взято из ГОСТа 9150—59). На виде спереди выполнен местный разрез, чтобы изобразить резьбу в отверстии и показать входную фаску, растачиваемую под углом 120°.

Аналогично гайке вычерчивают головку болта при его изображении по размерам стандарта.

ШПИЛЬКИ

Шпилька — крепежная деталь для разъемного резьбового соединения, представляющая цилиндрический стержень, с резьбой на обоих концах. Один конец шпильки ввинчивается в одну из соединяемых деталей, а иа другой конец устанавливается скрепляемая деталь и навинчивается гайка. Резьбовой конец шпильки длиной l_1, завинчиваемый в деталь, называется **посадочным коицом** (рис. 319), а часть шпильки длиной l, на которую устанавливается деталь и навинчивается гайка, — **стяжиым концом.**

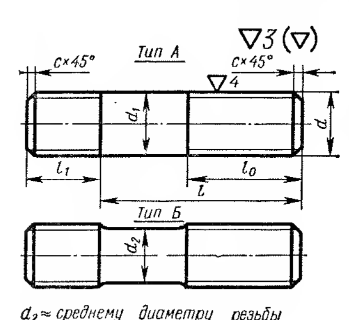


Рис. 319

Условные обозначения элементов шпильки, принятые на рис. 319 и в таблицах: d — диаметр резьбы; l — длина шпильки; l_1 — длина ввинчиваемого резьбового конца; l_0 — длина резьбового конца под гайку; c — высота фаски; d_1 и d_2 — номинальные диаметры гладкой части шпильки.

Шпильки изготовляются двух типов:

А — с одинаковыми номинальными диаметрами резьбы и гладкой части;

Б — с номинальными диаметрами резьбы, бо́льшими номинального диаметра гладкой части.

В зависимости от длины ввинчиваемого резьбового конца l_1 различают:

а) шпильки с длиной завинчивания $l_1 = d$, применяющиеся для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях с достаточной пластичностью (δ_5 не менее 8%) и деталях из титановых сплавов (δ_5 — относительное удлинение пятикратного образца);

б) шпильки с длиной завинчивания $l_1 = 1{,}25d$, применяющиеся для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна. Допускается применять для резьбовых отверстий в стальных и бронзовых деталях с пониженной пластичностью (δ_5 менее 8%);

в) шпильки с длиной завинчивания $l_1 = 2d$, применяющиеся для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов.

Допускается в обоснованных случаях брать $l_1 = 1{,}6d$ вместо $l_1 = 1{,}25d$ и $l_1 = 2{,}5d$ взамен $l_1 = 2d$.

Для шпилек применяют метрическую резьбу с крупным и мелким шагами по ГОСТу 9150—59; поля допусков резьбы 6g и 8g — по ГОСТу 16093—70.

В зависимости от точности изготовления шпильки различают нормальной (рис. 319) и повышенной точности. Для шпилек нормальной точности изготовления класс чистоты резьбы ▽4, а всех остальных поверхностей — ▽3; для шпилек повышенной точности — соответственно ▽5 и ▽4.

Длина резьбового конца шпильки l_0 принимается равной $2d + 6$ мм (при $l \leqslant 150$ мм), как и для остальных крепежных деталей.

В приложении в табл. 113, 114 даны выдержки из стандартов на шпильки.

В условном обозначении шпилек на чертежах указывают: 1) слово «Шпилька»; 2) тип шпильки (тип А не указывают); 3) диаметр резьбы; 4) шаг резьбы (указывают только для резьбы с мелким шагом); 5) поле допуска резьбы (допуск 8g не указывают); 6) длину шпильки l; 7) отношение длины ввинчиваемого резьбового конца l_1 к длине резьбового конца под гайку l_0; 8) класс прочности; 9) марку стали или сплава (указывают только для шпилек выше 8.8 класса прочности и для изделий из коррозионностойких, жаростойких, жаропрочных и теплоустойчивых сталей); 10) вид покрытия; 11) толщину покрытия; 12) иомер стандарта иа шпильки.

Примеры условных обозначений шпилек.

Шпилька нормальной точности, типа А, с диаметром резьбы $d = 16$ мм, крупный шаг резьбы $S = 2$ мм, с полем допуска 8g, длина шпильки $l = 120$ мм, длина резьбового конца $l_0 = 38$ мм, длииа ввинчиваемого конца $l_1 = 1{,}25\,d = 20$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

$$\textit{Шпилька}\ M16\times120\ \frac{20}{38}\ 58\ \textit{ГОСТ}\ 11765\text{—}66.$$

Шпилька повышенной точности, типа Б, с диаметром резьбы $d = 16$ мм, мелкий шаг резьбы $S = 1{,}5$ мм, с полем допуска 6g, длина шпильки $l = 120$ мм, длина резьбового конца $l_0 = 38$ мм, длииа ввинчиваемого конца $l_1 = 2d = 32$ мм, класса прочности 10.9, из стали марки 40Х, с покрытием 02 толщиной 9 мкм:

$$\textit{Шпилька}\ БМ16\times1{,}5.6g\times120\ \frac{32}{38}\ 109.40X.029\ \textit{ГОСТ}\ 11766\text{—}66.$$

Шпилька типа $Б$ повышенной точности, с диаметром резьбы $d = 16$ мм, на ввинчиваемом конце мелкий шаг резьбы $S = 1{,}5$ мм с полем допуска 6g, на другом конце крупный шаг резьбы $S = 2$ мм с зазором, длина шпильки $l = 120$ мм, длина резьбового конца $l_0 = 38$ мм, длина ввинчиваемого конца $l_1 = 2d = 32$ мм, из материала группы **23**, из стали марки 1Х17Н2, без покрытия:

$$\textit{Шпилька}\ БМ16\times\frac{1{,}5.6g}{2.6e}\times120\frac{32}{38}\ 23.\ 1X17H2\ \textit{ГОСТ}\ 11766\text{—}66.$$

Шпилька повышенной точности для деталей с гладкими отверстиями типа А, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, крупный шаг резьбы $S = 1{,}75$ мм с полем допуска 6g, длина шпильки $l = 300$ мм, длина резьбового конца $l_0 = 36$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

$$\textit{Шпилька}\ M12.6g\times300.36.58\ \textit{ГОСТ}\ 11770\text{—}66.$$

ШАЙБЫ

Шайба — деталь, закладываемая под гайку или головку болта (винта) и предназначенная для передачи и распределения усилий на соединяемые детали, а также для их стопорения. Шайбы разделяются на шайбы круглые, пружинные, стопорные, косые и др. Круглые шайбы имеются нескольких видов: шайбы ГОСТ 11371—68, шайбы увеличенные ГОСТ 6958—68, шайбы уменьшенные ГОСТ 10450—68. Они имеют два исполнения: исполнение 1 — без фаски с классом чистоты обрабатываемых поверхностей ▽2 (рис. 320, *а*) и исполнение 2 — с фаской и с классом чистоты обрабатываемых поверхностей ▽3 (рис. 320, *б*). Размеры этих шайб даны в приложении в табл. 115—117.

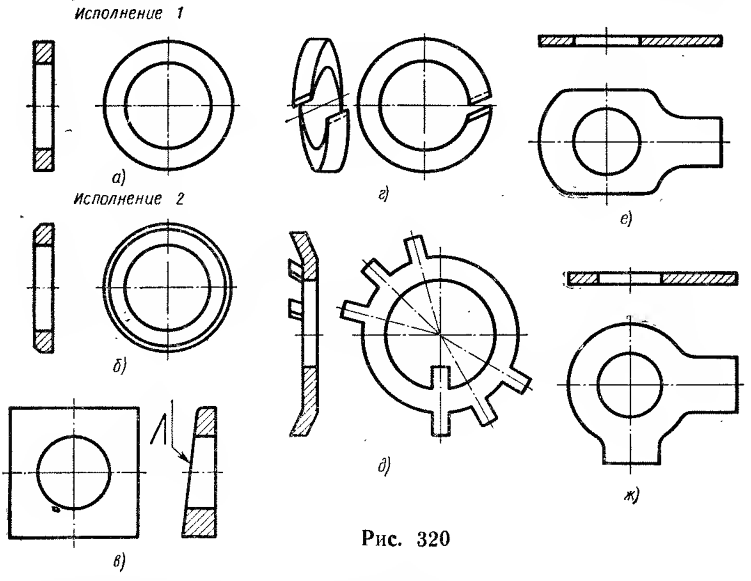


Рис. 320

Марки материалов, из которых изготовляют круглые шайбы, их условные обозначения и условные обозначения покрытий даны в ГОСТе 18123—72 (Технические требования на шайбы) и в табл. 23.

Выбор покрытия производят по ГОСТу 14623—69, а условное обозначение покрытия — по ГОСТу 1759—70 (табл. 21).

В условном обозначении круглых шайб указывают: 1) наименование детали; 2) исполнение; 3) диаметр стержня; 4) условное обозначение группы материала; 5) условное обозначение покрытия; 6) толщину покрытия; 7) номер стандарта на размеры, например:

шайба круглая (ГОСТ 11371—68), исполнение 2, диаметр стержня болта 12 мм, из стали 10 (ГОСТ 1050—60), покрытие окисное толщиной 9 мкм:

Шайба 2.12.01.059 ГОСТ 11371—68.

Если шайба изготовлена из материала, не входящего в табл. 23, то вместо условного обозначения группы материала указывают марку стали или сплава и обозначение покрытия дают по ГОСТу 9791—68, например, *Шайба 2.12. 0Х18Н12Т. Ти 9 ГОСТ 11371—68* (покрытие — титановое).

Исполнение 1, вид покрытия 00 (без покрытия) в обозначении не указывают.

Для шайб круглых увеличенных (ГОСТ 6958—68) и уменьшенных (ГОСТ 10450—68) в обозначение вводят толщину шайбы в том случае, если она является нестандартной, например:

Шайба 2.12×4.01.059 ГОСТ 10450—68.

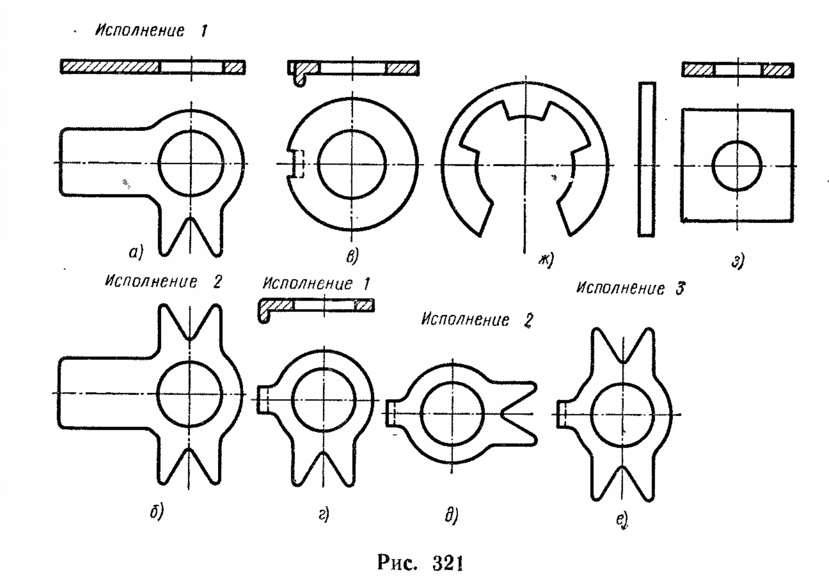


Рис. 321

Шайбы стопорные предназначены для устранения самоотвинчивания круглых шлицевых гаек, шестигранных гаек и болтов с шестигранной головкой. Стопорных шайб имеется несколько видов: шайбы стопорные с лапкой (ГОСТ 13463—68), рис. 321, *а*, *б*, шайбы стопорные многолапчатые (ГОСТ 11872—73), рис. 320, *д*, шайбы стопорные с лапкой уменьшенные (ГОСТ 13464—68), шайбы стопорные с носком (ГОСТ 13465—68) и др.

Шайбы стопорные с лапкой (ГОСТ 13463—68) имеют два исполнения: исполнение 1 (рис. 321, *а*) и исполнение 2 (рис. 321, *б*).

Шайбы стопорные многолапчатые (ГОСТ 11872—73) предназначены для стопорения круглых шлицевых гаек. Размеры их даны в приложении — в табл. 119. Материал и покрытия для стопорных шайб берут по ГОСТу 18123—72 (табл. 23). Условное обозначение этих шайб выполняют по той же схеме, что и круглых шайб.

Пример условного обозначения: шайба для круглой шлицевой гайки с диаметром резьбы М64×2, из материала группы 05, покрытие кадмиевое с хроматированием, толщина покрытия 6 мкм:

Шайба 64.05.026 ГОСТ 11872—73.

Шайбы пружинные (ГОСТ 6402—70) предохраняют гайку от самоотвинчивания при толчках и сотрясениях (рис. 320, *г*). Пружинные шайбы должны изготовляться из стали марки 65Г по ГОСТу 4543—71, термостойкие пружинные шайбы — из стали марки 3Х13 по ГОСТу 5949—61 или из других сталей с аналогичными физико-механическими показателями. В обоснованных случаях допускается изготовление пружинных шайб из бронзы марки Бр КМц 3-1 по ГОСТу 593—54 или из других цветных сплавов.

Концы шайб должны иметь плоский срез; кромка, образованная плоскостью среза и опорной поверхностью шайбы, должна быть острой. Покрытие пружинных шайб берут по ГОСТу 1759—70. Технические требования на пружинные шайбы даны в ГОСТе 6402—70. В приложении в табл. 118 даны размеры пружинных шайб.

Пружинные шайбы разделяются на легкие (Л), нормальные (Н), тяжелые (Т) и особо тяжелые (ОТ).

В условном обозначении пружинных шайб указывают: 1) слово «Шайба»; 2) диаметр резьбы крепежной детали; 3) тип шайбы (тип «Н» не указывают); 4) марку материала; 5) условное обозначение покрытия; 6) толщину покрытия; 7) номер стандарта.

Примеры условных обозначений пружинных шайб.

Пружинная шайба для болта диаметром 12 мм, легкая, из бронзы марки Бр КМц 3-1, без покрытия:

Шайба 12Л БрКМц3-1 ГОСТ 6402—70.

Пружинная шайба для винта диаметром 12 мм, нормальная, из стали марки 65Г с кадмиевым покрытием толщиной 9 мкм:

Шайба 12 65Г 02 9 ГОСТ 6402—70.

Пружинная шайба для болта диаметром 12 мм, тяжелая, из стали 3Х13 с пассивным покрытием:

Шайба 12Т 3Х13 11 ГОСТ 6402—70.

ШПЛИНТЫ

Шплинт — пруток или кусок проволоки, пропускаемый сквозь радиальное отверстие гайки, болта, вала и т. п., предназначен для взаимного фиксирования деталей. Шплинты разводные (ГОСТ 397—66) предназначаются для фиксирования болта относительно прорезных и корончатых гаек; после установки шплинта концы его разводят.

Шплинты изготовляют из низкоуглеродистых сталей подгруппы 00 (например, Ст3 по ГОСТу 380—71), из коррозионностойкой стали подгруппы 21 (например, Х18Н10Т по ГОСТу 5632—61), из цветных металлов и сплавов подгруппы 62 (например, Л63 по ГОСТу 15527—70) и др.

Если необходимо, то шплинты применяют с покрытием (цинковым с хроматированием, кадмиевым с хроматированием и др.).

В условном обозначении шплинта указывают: 1) слово «Шплинт»; 2) условный диаметр шплинта, равный диаметру отверстия *d*; 3) длину шплинта; 4) подгруппу материала; 5) группу покрытия; 6) номер стандарта.

Примеры условных обозначений.

Шплинт с условным диаметром 5 мм, длиной 28 мм, из материала подгруппы 00, с покрытием по подгруппе 1:

Шплинт 5×28—001 ГОСТ 397—66.

Таблица 23

Марки материалов и покрытия для шайб
(по ГОСТу 18123—72)

Материалы					Покрытия
Вид	Условное обозначение вида	Марка	№ стандарта	Условное обозначение марки (группы)	
Углеродистые стали	0	08, 08кп 10, 10кп	ГОСТ 1050—60	01	Без покрытия Цинковое с хроматированием Кадмиевое с хроматированием Многослойное—медь—никель—хром Окисное Фосфатное с промасливанием Цинковое
		Ст3 Ст3кп	ГОСТ 380—71	02	
		15	ГОСТ 1050—60	03	
		20		04	
		35		05	
		45		06	
Легированные стали	1	40Х 30ХГСА	ГОСТ 4543—71	11	
Нержавеющие стали	2	Х18Н9Т Х18Н10Т	ГОСТ 5632—72	21	Без покрытия Медное
		2Х13		22	Пассивное
Латуни	3	Л63 ЛС59-1	ГОСТ 15527—70	32	Без покрытия Никелевое Многослойное—никель—хром Оловянное Пассивное Серебряное
		Л63 антимагнитная		33	
Бронза		БрАМц 9-2	ГОСТ 493—54	34	Без покрытия Никелевое Пассивное Серебряное
Медь		М3	ГОСТ 859—66	38	
Алюминиевые сплавы		АМг5	ГОСТ 4784—65	31	Без покрытия Окисное анодизационное с хроматированием
		Д1; Д16		35	
		АД1		37	

То же, из материала подгруппы 21, с покрытием по подгруппе 6:

Шплинт 5×28—216 ГОСТ 397—66.

Размеры шплинтов даны в табл. 129.

ВИНТЫ

По назначению винты для металла разделяются на крепежные (соединительные) и установочные.

Крепежный винт — деталь, которая служит для разъемного соединения и представляет собой цилиндрический стержень с резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей и головкой различной формы. Крепежные винты изображены на рис. 322, 323, а размеры их даны в приложении в табл. 92—95.

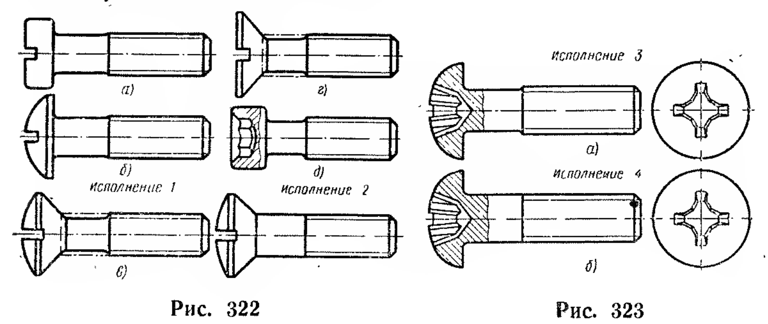


Рис. 322 Рис. 323

Установочный винт — деталь, которая служит для взаимного фиксирования деталей и представляет цилиндрический стержень с резьбой и нажимным концом различной формы. На конце стержня выполнена головка «под ключ» или шлиц для отвертки. Установочные винты изображены на рис. 324, *а—з*, 325, *а—з*, а размеры их даны в приложении в табл. 96—104.

Крепежные (соединительные) винты изготовляют с цилиндрической, полукруглой, потайной и полупотайной головками и с цилиндрической головкой и шестигранным углублением «под ключ» (рис. 322).

Установочные винты выпускают с цилиндрической, квадратной и шестигранной головками или без головки со шлицем под отвертку.

Соединительные винты имеют на конце коническую фаску, а установочные винты — конический, цилиндрический, ступенчатый, плоский и закругленный концы.

Соединительные винты с полукруглой, потайной и полупотайной головками изготовляют четырех исполнений. Резьба в винтах исполнения 1 выступает над ненарезанной частью стержня (рис. 322, *а*, *б*), а в винтах исполнения 2 диаметр резьбы и диаметр цилиндрического стержня одинаковые (рис. 322, *е*). Винты исполнения 3 и 4 вместо обыкновенного шлица в головке имеют крестообразный, выполненный на конус (рис. 323, *а*, *б*).

Винты изготовляют с метрической резьбой с крупным и мелким шагами. Поля допуска резьбы принимают по 6*g* и 8*g* (ГОСТ 16093—70).

Шероховатость поверхности винтов соответствует нормальной точности изготовлений (▽3—▽4).

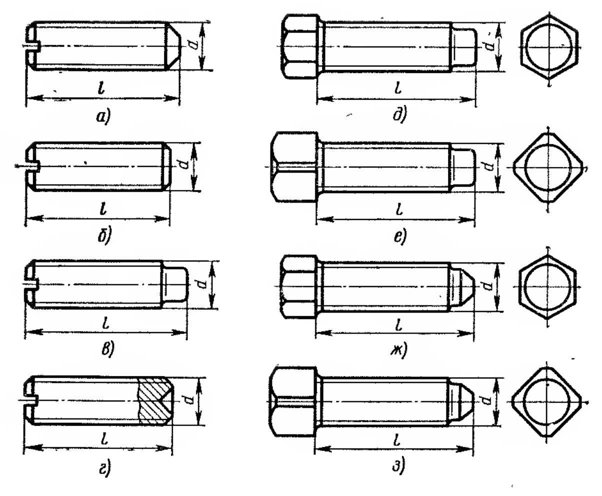


Рис. 324

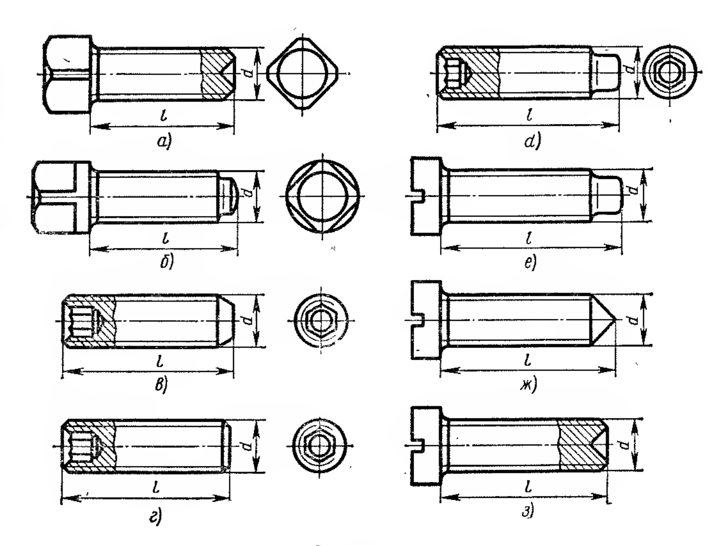


Рис. 325

Примеры условных обозначений винтов.

Винт соединительный с полукруглой головкой, исполнения 1, нормальной точности изготовления, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом резьбы и с полем допуска 8*g*, длиной $l = 50$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

Винт М12×50.58 ГОСТ 17473—72.

Винт с полукруглой головкой, исполнения 2, нормальной точности, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с мелким шагом резьбы $S = 1{,}25$ мм и с полем допуска 6*g*, длиной $l = 50$ мм, класса прочности 10.9, из стали 40Х, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Винт 2М12×1,25.6g×50.109.40Х.019 ГОСТ 17473—72.

Винт установочный с цилиндрической головкой и засверленным концом, с диаметром резьбы $d = 10$ мм, с крупным шагом и с полем допуска 8*g*, длиной $l = 25$ мм, класса прочности 5.8, исполнения 1, без покрытия:

Винт М10×25.58 ГОСТ 10977—64.

Винты для дерева разделяются на шурупы и глухари. Шурупами называют соединительные винты с особым профилем резьбы и с головкой под отвертку. Глухарями называют соединительные винты с резьбой особого профиля и с головкой «под ключ».

Шурупы выпускают с полукруглой, потайной, полупотайной и шестигранной головками. Кроме обычного шлица шурупы могут иметь и крестообразный шлиц.

КОНСТРУКТИВНОЕ, УПРОЩЕННОЕ И УСЛОВНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ И СОЕДИНЕНИЙ НА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

На сборочных конструктивных чертежах болтовые, шпилечные, винтовые и другие соединения принято изображать упрощенно. В этом случае используются коэффициенты, устанавливающие зависимость размера элемента крепежной детали от величины диаметра резьбы.

На сборочных чертежах, на чертежах общих и наружных видов крепежные детали изображают в соответствии с ГОСТом 2.315—68 (табл. 24).

Выбор упрощенного или условного изображения зависит от назначения и масштаба чертежа, т. е. если изображение изделия выполнено на чертеже в достаточно крупном масштабе, то применяют упрощенный способ; если же диаметры стержней крепежных деталей на чертеже равны 2 мм и менее, то применяют условный способ.

В том и в другом случае размер изображения должен давать полное представление о характере соединения.

Рассмотрим основные типы соединений и их изображение.

1. **Соединение деталей болтом** (рис. 326). На рис. 326, *а* показано конструктивное упрощенное изображение, на рис. 326, *б* — упрощенное изображение по ГОСТу 2.315—68, а на рис. 326, *в*, *г* — условное изображение — в разрезе и на виде.

Размеры деталей упрощенного соединения (болта, гайки и шайбы) берутся в зависимости от диаметра резьбы d по соотношениям, указанным на рис. 326, *д*, *е*, *ж*. Отличие упрощенного от конструктивного изображения заключается в следующем: а) резьбу показывают на всем

Таблица 24

Упрощенные и условные изображения крепежных деталей

Наименование детали	Изображение детали: упрощенное	Изображение детали: условное
Болты и винты с шестигранной головкой		
Болты с усом		
Болты и винты с квадратной головкой		
Болты откидные с круглой головкой		
Болты откидные с вилкой		
Винты с полупотайной головкой		
Винты с полукруглой головкой		
Винты с цилиндрической головкой		
Винты с цилиндрической головкой и шестигранным углублением «под ключ»		
Винты с потайной головкой		
Винты с полукруглой головкой и крестообразным шлицем		
Шурупы с полукруглой головкой		
Шурупы с потайной головкой		
Шурупы с полупотайной головкой		

Наименование детали	Изображение детали	
	упрощенное	условное
Шпильки резьбовые		
Гайки шестигранные		
Гайки шестигранные прорезные и корончатые		
Гайки-барашки		
Штифты цилиндрические и конические		
Нагели		
Шайбы		
Шайбы пружинные		
Гвозди		
Шплинты разводные		

стержне болта; конец стержня головки болта и гайку изображают без фасок; в) не показывают зазор между стержнем болта и отверстием.

Рабочую длину болта l определяют по формуле

$$l = H_1 + H_2 + 1{,}3d,$$

где H_1 и H_2 — толщина скрепляемых деталей;

$1{,}3d$ — величина, учитывающая высоту гайки, толщину шайбы и запас длины стержня болта.

(Полученное значение l округляют по ГОСТу 6636—69).

2. **Соединение деталей шпилькой** (рис. 327). На рис. 327, *а* показано упрощенное конструктивное изображение шпилечного соединения, на рис. 327, *б* — упрощенное изображение по ГОСТу 2.315—68, а на рис. 327, *в*, *г* — условное изображение — в разрезе и на виде.

Для упрощенного вычерчивания размеры шпильки берутся в зависимости от диаметра резьбы d по соотношениям, указанным на рис. 327, *д*, а размеры гайки — на рис. 326, *е*.

Отличие упрощенного изображения соединения от конструктивного заключается в том, что:

а) резьбу показывают на всем стержне шпильки;

б) концы стержня шпильки и гайки изображаются без фасок;

в) не указывают зазор между стержнем шпильки и отверстием в скрепляемой детали;

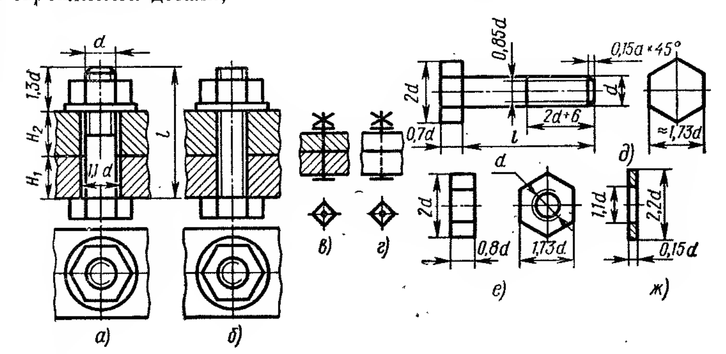


Рис. 326

г) граница резьбы изображается только на посадочном конце;

д) не указывается запас резьбы и сверления в нарезаемом гнезде детали.

Длину шпильки l определяют по формуле

$$l = H_1 + 1{,}15d,$$

где H_1 — толщина скрепляемой детали;

$1{,}15d$ — величина, учитывающая высоту гайки и запас длины стержня шпильки.

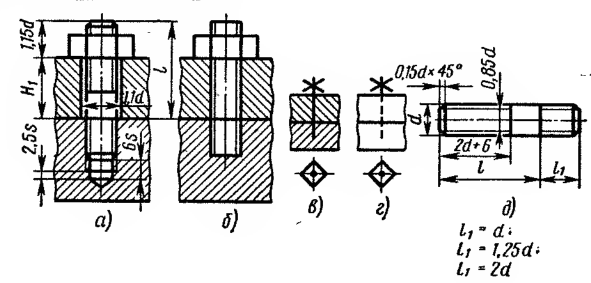


Рис. 327

Величина резьбового конца шпильки, ввинчиваемого в резьбовое отверстие, выбирается равной d; $1{,}25d$; $2d$ в зависимости от материала гнезда и его пластичности (см. с. 276).

3. **Соединение деталей винтом** (рис. 328). На рис. 328, *а* показано упрощенное конструктивное изображение соединения деталей крепеж-

Рис. 328

Рис. 329

Рис. 330

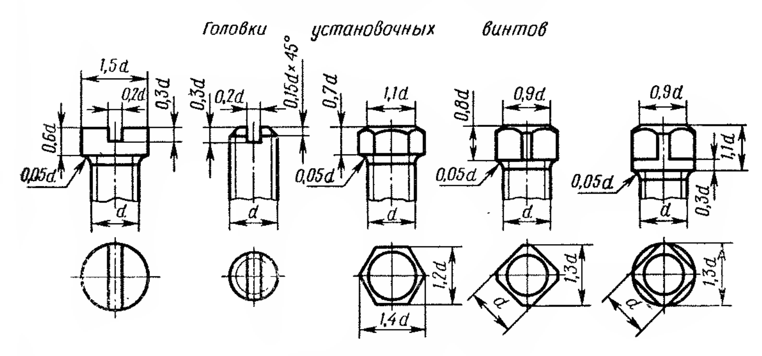
ым винтом с цилиндрической головкой (ГОСТ 1491—72), на рис. 328, *б* — упрощенное изображение по ГОСТу 2.315—68, а на рис. 328, *в* — условное изображение — в разрезе и на виде (рис. 328, *г*).

Размеры элементов винта берутся в зависимости от диаметра резьбы *d* по соотношениям, указанным на рис. 330, *а*.

Отличие упрощенного изображения от конструктивного заключается в следующем: а) не показывают границу резьбы; б) резьбу изображают по всей длине стержня винта; в) не указывают запас резьбы и сверления в нарезаемом гнезде; г) не изображают зазор между стержнем винта и отверстием.

Длину винта определяют по формуле

$$l = (2d + 6) + H_1 - (2 \div 3)\, S,$$



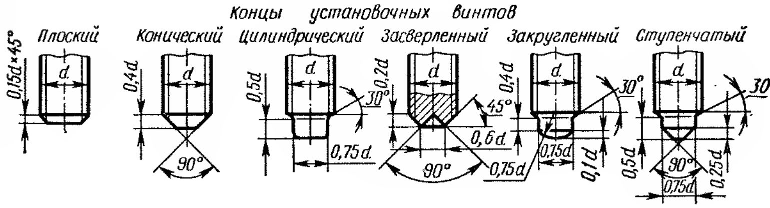


Рис. 331

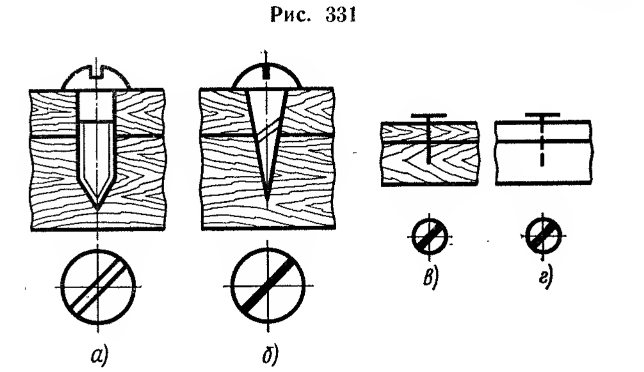


Рис. 332

где $2d + 6$ мм — длина нарезаемой части винта;
(2÷3) S — выход резьбы за уровень скрепляемой детали;
H_1 — толщина скрепляемой детали.

На сборочных чертежах шлицы (под отвертку) на головках винтов вычерчивают под углом 45° относительно рамки чертежа. При упрощенном и условном изображении шлицы вычерчивают утолщенной линией.

На рис. 329, *а—г* показано изображение винтового соединения, выполненное винтом с потайной головкой (ГОСТ 17475—72). Следует обратить внимание на то, что в этом случае в длину винта входит и высота головки.

На рис. 330, *а—г*, 331 даны условные соотношения элементов винтов — крепежных и установочных — в зависимости от диаметра резьбы *d*.

На рис. 332 показано конструктивное (рис. 332, *а*), упрощенное (рис. 332, *б*) и условное (рис. 332, *в*, *г*) изображения соединения деталей из дерева с помощью шурупов.

ОФОРМЛЕНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Если предмет, изображенный на сборочном чертеже, имеет ряд однотипных соединений, то крепежные детали, входящие в эти соединения, следует показывать условно или упрощенно в одном-двух местах каждого соединения, а в остальных — центровыми или осевыми линиями (рис. 333, *а*)

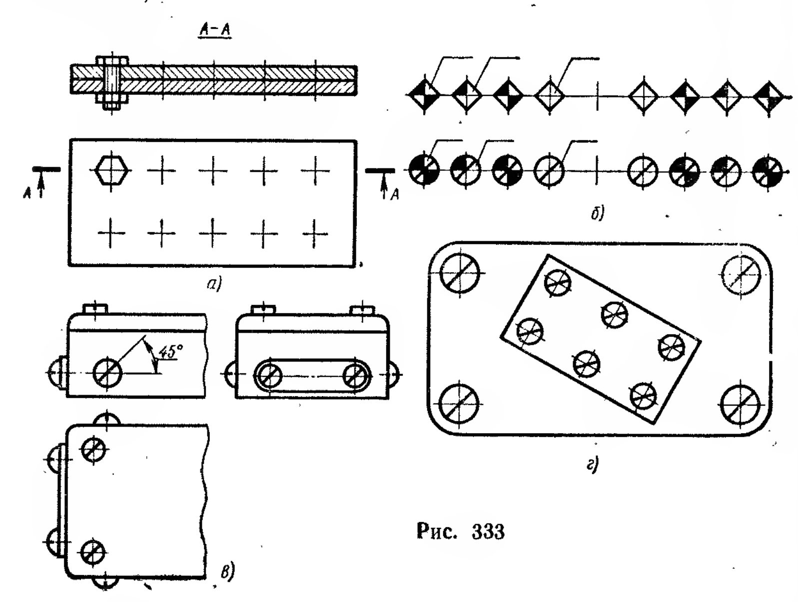


Рис. 333

Если на чертеже имеется несколько групп крепежных деталей, различных по типам и размерам, то вместо нанесения повторяющихся номеров позиций рекомендуется одинаковые крепежные детали обозначать условными знаками, а номер позиции наносить только 1 раз (рис. 333, *б*).

В строительных чертежах допускается одинаковые группы крепежных деталей обводить сплошной тонкой линией с поясняющей надписью на полке линии-выноски; при этом преобладающие крепежные детали не обводят и не оговаривают в общих указаниях к чертежу.

Шлицы на головках крепежных деталей следует изображать одной сплошной линией (рис. 333, *в*) на виде спереди — по оси крепежной детали, на виде сверху — под углом 45° к рамке чертежа.

Если линия шлица, проведенная под углом 45° к рамке чертежа, совпадает с центровой линией или близка по направлению к ней, то линию шлица проводят под углом 45° к центровой линии (рис. 333, *г*).

РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ

Трубопровод состоит из труб и соединительных частей. В системах отопления, водо- и газопроводах применяют стальные неоцинкованные (черные) трубы и оцинкованные по ГОСТу 3262—62.

Трубы изготовляют: обыкновенные, усиленные и облегченные, с трубной цилиндрической или конической резьбой на концах.

Размеры труб приведены в табл. 154.

Основным параметром для труб и соединительных частей является величина условного прохода. Условный проход примерно равен размеру внутреннего номинального диаметра трубы.

В спецификации и в других технических документах трубы обозначают условно. В условном обозначении указывают: 1) слово «Труба»; 2) букву О — для оцинкованных труб; 3) букву Ц или К в зависимости от характера резьбы — цилиндрическая или коническая; 4) величину условного прохода в миллиметрах; 5) номер стандарта.

Для труб усиленных в обозначении после слова «Труба» указывают букву «У», а для облегченных — букву «Л».

Примеры условных обозначений.

Обыкновенная неоцинкованная стальная труба с цилиндрической резьбой и с условным проходом 20 мм:

Труба Ц 20 ГОСТ 3262—62.

Обозначение той же трубы, оцинкованной с конической резьбой:

Труба О—К 20 ГОСТ 3262—62.

ГОСТ 8732—70 предусматривает изготовление стальных, бесшовных, горячекатаных труб. Трубы выпускают диаметром от 25 до 820 мм. По длине трубы поставляют:

а) немерной длины — в пределах от 4 до 12,5 м;
б) мерной длины — в пределах немерной;
в) длины, кратной мерной — в пределах немерной длины с припуском на каждый рез по 5 мм.

Материал труб и технические требования — по ГОСТу 8731—66.

Примеры условных обозначений.

Труба с наружным диаметром 70 мм, с толщиной стенки 3,5 мм, длиной, кратной 1250 мм, из стали марки 10, с поставкой по группе А ГОСТ 8731—66:

Труба 70×3,5×1250кр—10—А ГОСТ 8732—70.

То же, длиной 6000 мм (мерная длина), из стали марки 10 с поставкой по группе Б ГОСТ 8731—66:

Труба 70×3,5×6000—10—Б ГОСТ 8732—70.

То же, немерной длины, с поставкой по группе Д ГОСТ 8731—66:

Труба 70×3,5—Д ГОСТ 8732—70.

Фасонные соединительные части изготовляют из стали или из ковкого чугуна. На рис. 334 изображены муфта прямая, угольник и тройник, изготовленные из ковкого чугуна.

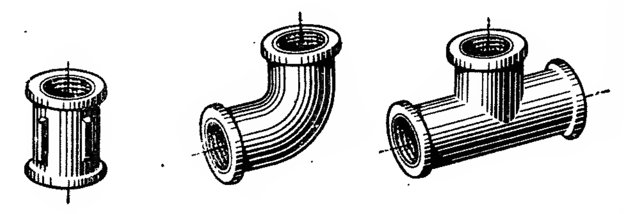


Рис. 334

Ковкий чугун применяют марок КЧ 30-6, КЧ 35-10, КЧ 33-8 и др. по ГОСТу 1215—59.

В табл. 155 даны общие конструктивные размеры соединительных частей (из ковкого чугуна) с цилиндрической резьбой по ГОСТу 8945—59, т. е. в этой таблице даны толщина стенок, размеры ребер, буртиков, длина резьбы и пр. Поэтому, если необходимо подобрать размер соединительной части, например угольника прямого (ГОСТ 8946—59), то необходимо воспользоваться двумя таблицами 155 и 156.

Соединительные части должны обозначаться в технических документах и следующем порядке: а) сокращенное наименование части; б) знак покрытия (О) — у оцинкованных частей; в) условные проходы D_y, начиная с наибольшего отверстия в сквозном проходе; г) номер стандарта.

Примеры условных обозначений.

Угольника прямого оцинкованного с D_y 40:

Угольник О—40 ГОСТ 8946—59.

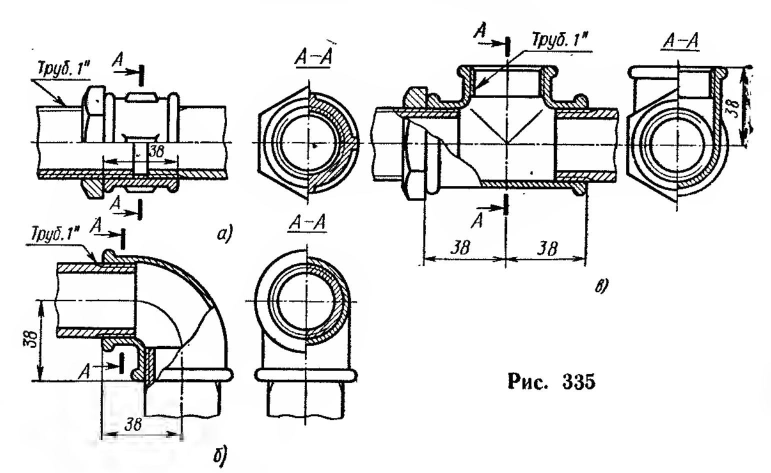


Рис. 335

Муфты прямой короткой неоцинкованной с D_y 40:

Муфта короткая 40 ГОСТ 8954—59.

Тройника с двумя переходами неоцинкованного с D_{y_1}40; D_{y_2}25; D_{y_3}32:

Тройник 40×25×32 ГОСТ 8950—59.

На рис. 335 даны примеры вычерчивания трубных соединений с помощью короткой муфты (рис. 335, *а*), угольника (335, *б*) и тройника (рис. 335, *в*).

ШТИФТЫ

Штифтовые соединения получили широкое распространение в промышленности и применяются для фиксирования соединяемых деталей относительно друг друга. Штифты плотно устанавливают в совместно развернутые отверстия обеих деталей.

Штифты представляют собой цилиндрические, конические или фасонные стержни круглого сечения, обработанные соответствующим образом.

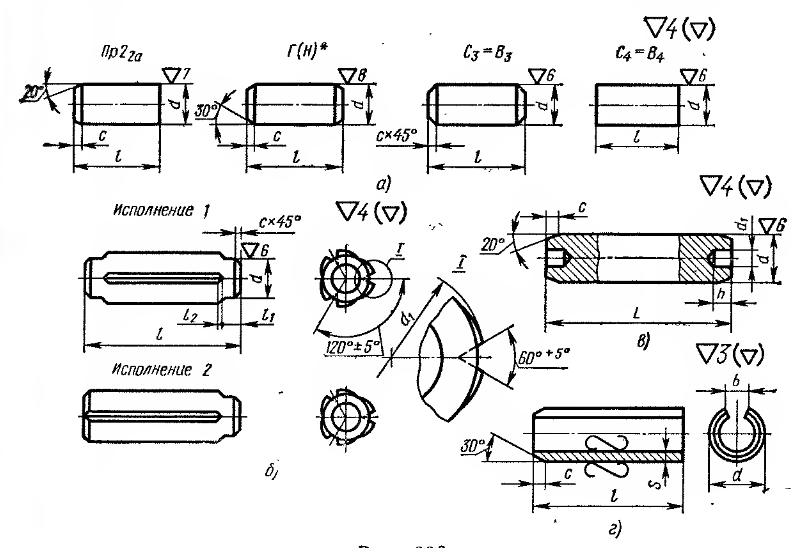


Рис. 336

На рис. 336, *а* изображены цилиндрические гладкие штифты сплошного сечения (ГОСТ 3128—70). Штифты удерживаются в отверстиях силой трения, создаваемой при монтаже соединения с натягом, или расклепыванием концов штифта. Стандарт предусматривает изготовление цилиндрических штифтов диаметром от 0,6 до 50 мм и длиной от 2,5 до 280 мм. Штифты изготовляют с предельными отклонениями диаметра *d*: по $Пр2_{2a}$, $Г$, $Н$, $C_3 = B_3$, $C_4 = B_4$. Предельные отклонения длины l штифтов — по B_7.

Материал для изготовления штифтов — сталь марки 45 по ГОСТу 1050—60 и сталь марки А12 по ГОСТу 1414—54.

Пример условного обозначения цилиндрического штифта $d = 10Г$, $l = 60$ мм:

Штифт 10Г×60 ГОСТ 3128—70.

То же $d = 10C_3$ (B_3), $l = 60$ мм:

Штифт 10С$_3$×60 ГОСТ 3128—70.

Размеры цилиндрических штифтов приведены в табл. 125.

На рис. 336, *б* изображены цилиндрические насеченные штифты с заходными концами (ГОСТ 12850—67). Штифты изготовляют диаметром от 1,6 до 16 мм и длиной от 6 до 120 мм. Штифты имеют два исполнения: 1 и 2. Диаметры отверстий под штифты выполняются равными номинальным диаметрам d штифтов с предельным отклонением по A_4.

Пример условного обозначения штифта диаметром 10 мм, длиной 45 мм, из материала подгруппы 02, с покрытием по группе 5 (исполнение 1):

Штифт 10×45—025 ГОСТ 12850—67.

То же из материала подгруппы 01, без покрытия (0) (исполнение 2):

Штифт 2—10×45—010 ГОСТ 12850—67.

На рис. 336, *в* изображен цилиндрический штифт с засверленными концами (заклепочный) (ГОСТ 10774—64). Штифты изготовляют диаметром от 2 до 25 мм и длиной от 6 до 200 мм. Материал для изготовления — сталь марки 45 по ГОСТу 1050—60, сталь марки А12 по ГОСТу 1414—54, сталь калиброванная марки 45 по ГОСТу 7417—57, серебрянка по ГОСТу 14955—69.

Предельные отклонения диаметра $d—C_3$, а длины $l—B_7$.

Пример условного обозначения штифта диаметром 8 мм, длиной 45 мм:

Штифт 8×45 ГОСТ 10774—64.

На рис. 336, *г* изображен пружинный штифт по ГОСТу 14229—69. Для изготовления пружинных штифтов применяют сталь тонколистовую повышенной точности по ГОСТу 3680—57 марки 65Г.

Пример условного обозначения пружинного штифта диаметром $d = 4$ мм, длиной $l = 12$ мм, без покрытия:

Штифт пружинный 4×12 ГОСТ 14229—69.

То же, с покрытием по группе 1:

Штифт пружинный 4×12 — 1 ГОСТ 14229—69.

Конические штифты применяют в соединениях с небольшой нагрузкой. На рис. 337, *а* изображен конический штифт по ГОСТу 3129—70. Штифты имеют конусность 1 : 50, их изготовляют диаметром от 0,6 до 50 мм и длиной от 4 до 280 мм. Предельные отклонения диаметра d штифтов —C_{3a} или C_4, а длины $l—B_7$. Материал конических штифтов — сталь марки 45 по ГОСТу 1050—60.

Пример условного обозначения конического штифта $d = 10$ мм, $l = 60$ мм:

Штифт 10×60 ГОСТ 3129—70.

Размеры конических штифтов приведены в табл. 121.

Штифты конические с внутренней резьбой (ГОСТ 9464—70) (рис. 337, б) изготовляют диаметром от 6 до 60 мм и длиной от 25 до 280 мм. Внутренняя метрическая резьба имеет размер от М4 до М30.

Предельные отклонения длины l штифтов — по B_7, а диаметра d — по C_{3a}. Материал для изготовления — сталь марки 45.

Пример условного обозначения конического штифта с внутренней резьбой $d = 10$ мм, $l = 60$ мм:

Штифт 10×60 ГОСТ 9464—70.

Размеры этих штифтов приведены в табл. 122.

На рис. 337, *в* изображен конический штифт с резьбовой цапфой по ГОСТу 9465—70. Штифт состоит из двух частей: конической — длиной l и цилиндрической резьбовой цапфы с длиной резьбы l_0. Полная длина штифта L.

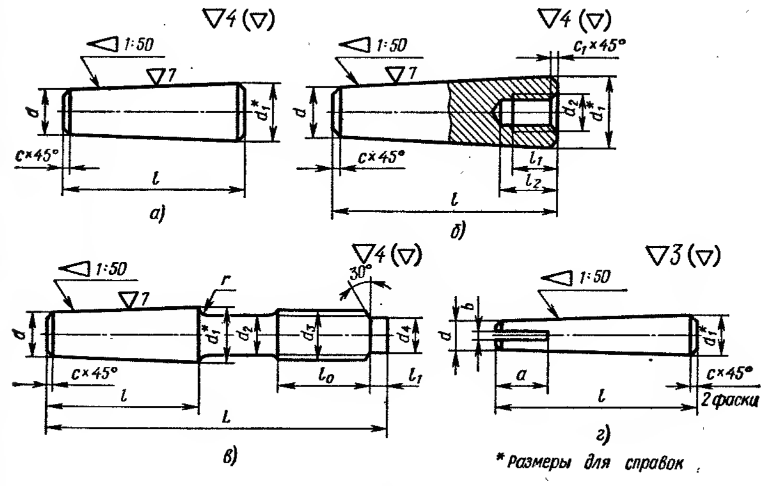


Рис. 337

Пример условного обозначения конического штифта с резьбовой цапфой $d = 10$ мм, $l = 40$ мм и $L = 80$ мм:

Штифт 10×40×80 ГОСТ 9465—70.

Размеры штифтов приведены в табл. 123.

На рис. 337, *г* изображен конический разводной штифт по ОСТу 2074.

Пример обозначения конического разводного штифта диаметром $d = 10$ мм, длиной $l_1 = 100$ мм:

Штифт конич. разв. 10×100 ОСТ 2074.

В приложении в табл. 121—128 даны размеры штифтов.

ШПОНКИ

Шпонки применяют для разъемного соединения деталей при передаче крутящего момента и осевых усилий, например, в соединении вала с зубчатым колесом, шкивом, муфтой, кулачком и подобными деталями.

Шпоночные соединения могут быть напряженными и ненапряженными. Напряженные соединения создаются клиновыми и тангенциаль-

ными шпонками и способны передавать крутящий момент и осевые усилия; ненапряженные соединения создаются призматическими и сегментными шпонками и передают только крутящий момент.

Призматические шпонки разделяются на шпонки обыкновенные и шпонки направляющие с креплением на валу.

Обыкновенные призматические шпонки применяются для соединений, у которых отсутствует относительное осевое смещение деталей. Шпонки имеют три исполнения: исполнение 1 — со скругленными торцами (рис. 338, *а*), исполнение 2 — один торец скругленный, а другой — плоский (рис. 338, *б*) и исполнение 3 — оба боковых торца плоские

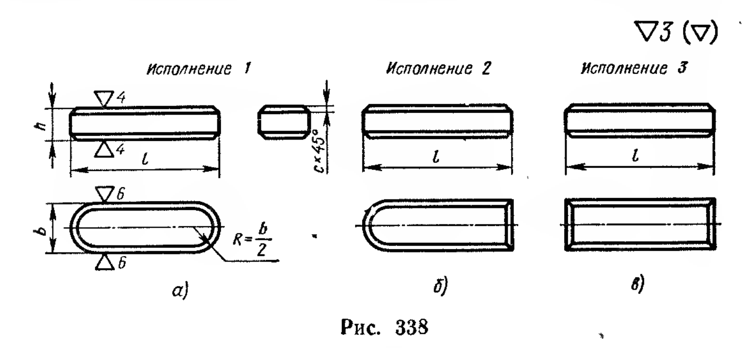


Рис. 338

рис. 338, *в*). На боковых ребрах выполнены небольшие фаски или скругления. Боковые узкие грани призматических шпонок являются рабочими (рис. 338). Материалом для изготовления призматических шпонок служит сталь чистотянутая для шпонок по ГОСТу 8787—68. Допускается применение другой стали с временным сопротивлением разрыву не ниже 60 кгс/мм².

Размеры призматических шпонок даны в ГОСТе 8789—68, а размеры сечений шпонок и пазов для них приведены в ГОСТе 8788—68. В приложении (табл. 134—135) даны выдержки из этих стандартов.

Шпоночные пазы на валу выполняют длиной, равной длине шпонки. Фрезеруют шпоночный паз на валу с помощью пальцевой или дисковой фрезы, а канавку в ступице колеса получают протяжкой или другими технологическими приемами.

В условном обозначении призматических шпонок указывают: а) слово «Шпонка»; б) вид исполнения (исполнение 1 не указывают); в) размеры сечения шпонки $b \times h \times l$; г) номер стандарта, например: Шпонка исполнения 1 размерами $b = 18$ мм, $h = 11$ мм, $l = 100$ мм:

Шпонка 18×11×100 ГОСТ 8789—68.

То же, исполнения 2:

Шпонка 2—18×11×100 ГОСТ 8789—68.

Предельные отклонения размеров шпонки по ГОСТу 7227—58.

Шпонки призматические направляющие с креплением на валу имеют также три исполнения: 1, 2 и 3 (рис. 339). Размеры этих шпонок даны в ГОСТе 8790—68 (см. приложение, табл. 136). Размеры пазов для направляющих шпонок берутся по ГОСТу 8788—68. Крепежные винты для шпонок (с цилиндрической головкой) — по ГОСТу 1491—72.

Пример условного обозначения призматической направляющей шпонки исполнения 2, с размерами $b = 18$ мм, $h = 11$ мм, $l = 100$ мм:

Шпонка 2 — 18×11×100 ГОСТ 8790—68.

Сегментные шпонки по условиям работы аналогичны призматическим; передача крутящего момента осуществляется боковыми гранями шпонок и пазов. Применяют их только для неподвижных соединений. Размеры сегментных шпонок и пазов подбирают по ГОСТу 8794—68 и 8795—68 (рис. 340, *в*). В приложении (табл. 140, 141) даны выдержки из этих стандартов. Сечение сегментных шпонок представляет собой прямоугольник, острые углы которого имеют фаску или притупление. Материалом для изготовления сегментных шпонок служит сталь чистотянутая для шпонок по ГОСТУ 8786—68. Допускается применять другую сталь с временным сопротивлением разрыву не ниже 60 кгс/мм².

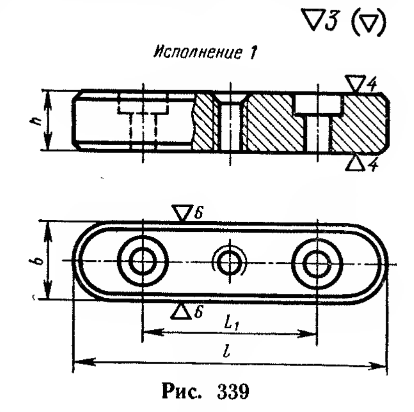


Рис. 339

В условном обозначении сегментных шпонок указывают: а) слова «Шпонка сегм»; б) размеры сечения шпонки $b \times h$; в) номер стандарта, например, сегментная шпонка с размерами $b = 6$ мм, $h = 10$ мм:

Шпонка сегм. 6×10 ГОСТ 8795—68.

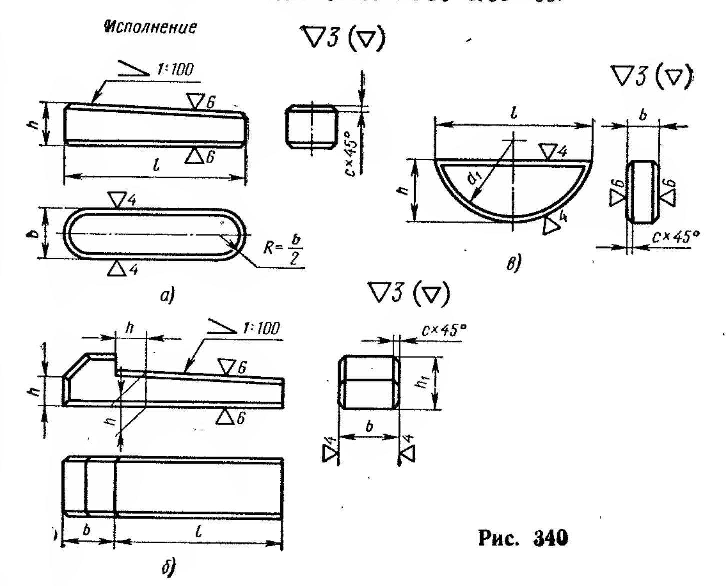


Рис. 340

Клиновые шпонки делятся на врезные и тангенциальные. Наибольшее применение получили клиновые врезные шпонки. Выполняют их с головкой (ГОСТ 8793—68) или без головки (ГОСТ 8792—68) (рис. 340, *а*, *б*).

Размеры сечений клиновых шпонок и пазов для них даны в ГОСТе 8791—68. Шпонки клиновые без головок имеют три исполнения: исполнение 1 — со скругленными торцами, исполнение 2 — один торец скругленный, а другой — плоский и исполнение 3 — с плоскими торцами. На боковых ребрах шпонок выполняют фаски или скругления. Рабочими поверхностями клиновых шпонок служат верхняя и нижняя широкие грани, одна из которых выполняется с уклоном 1 : 100.

Для установки на валу клиновой шпонки по его образующей фрезеруется шпоночный паз в виде прямоугольной канавки, соответствующей размерам шпонки. На выходе из вала паз имеет скругление радиусом, равным радиусу нарезающей фрезы. Паз на валу для клиновой шпонки выполняют длиной, равной не менее двойной длины шпонки (для того, чтобы шпонку завести в паз и обеспечить ее затяжку).

В ступице колеса паз выполняют на всю длину ступицы и дно паза должно иметь уклон 1 : 100.

Материалом для изготовления шпонок служит чистотянутая сталь по ГОСТу 8787—68. Предельные отклонения размеров шпонок принимаются следующие: ширины b — по B_3 ОСТ 1023, высоты h — по B_4 ОСТ 1024 и длины l — по B_7 ОСТ 1010 и ГОСТ 2689—54.

В приложении (табл. 137—139) приведены размеры клиновых шпонок.

В условном обозначении клиновых шпонок указывают те же параметры, что и для призматических, например:

шпонка клиновая исполнения 1, размерами b = 18 мм, h = 11 мм, l = 100 мм:

Шпонка 18×11×100 ГОСТ 8792—68.

Размеры сечений шпоночных пазов для нормальных тангенциальных шпонок даны в ГОСТе 8796—68.

Глава V

НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

ЗАКЛЕПОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Область применения заклепочных соединений ограничивается в настоящее время конструкциями, воспринимающими особо интенсивные вибрационные и ударные нагрузки и изготовленными из несвариваемых материалов или из материалов, не допускающих нагрева при сварке (нарушение термообработки, коробление и др.). Заклепочные соединения применяются также при изготовлении конструкций из легких сплавов в точном машиностроении, радиотехнике, авиации и некоторых других отраслях промышленности.

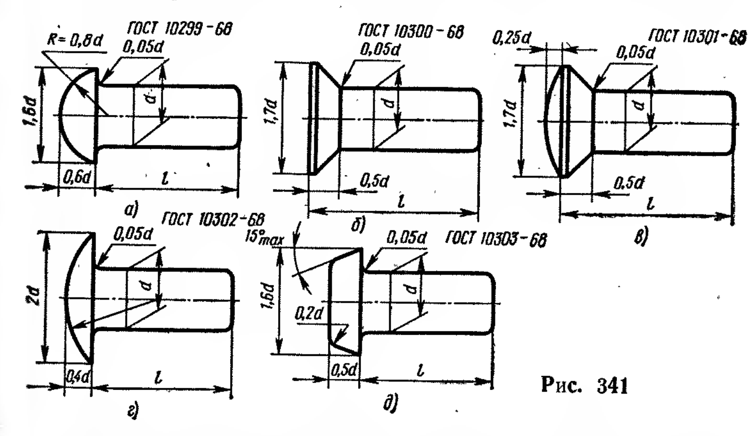


Рис. 341

Основные типы заклепок нормальной точности общего назначения изображены на рис. 341: заклепки с полукруглой головкой (ГОСТ 10299—68) (рис. 341, *а*), с потайной головкой (ГОСТ 10300—68), (рис. 341, *б*), с полупотайной головкой (ГОСТ 10301—68) (рис. 341, *в*), с полукруглой низкой головкой (ГОСТ 10302—68) (рис. 341, *г*) и с плоской головкой (ГОСТ 10303—68) (рис. 341, *д*).

Размеры этих заклепок приведены в табл. 149—153.

Общие технические требования на заклепки нормальной точности даны в ГОСТе 10304—70.

На рис. 341 показано условное соотношение элементов заклепок в функции от диаметра d. Изготовляют заклепки из стали различных марок и из сплавов цветных металлов, например, стали марок Ст2 и

Ст3 (ГОСТ 14085—68), 10кп, 15кп (ГОСТ 10702—63), 10, 15 (ГОСТ 1050—60), латуни Л63 (ГОСТ 15527—70), меди М3 (ГОСТ 859—66), алюминиевых сплавов Д18, АД1 (ГОСТ 4784—65) и др. Поверхность заклепок может иметь покрытие: цинковое с хроматированием, кадмиевое с хроматированием, окисное, фосфатное, пассивное и др.

В тех случаях, когда нет доступа к зоне размещения замыкающей головки, применяют так называемые взрывные заклепки с полым (на части длины) стержнем, заполненным взрывчатым веществом.

На рис. 342, *а, б* показана такая заклепка до и после взрыва, происшедшего в результате подогрева взрывчатого вещества. Для слабонагруженных соединений применяют трубчатые заклепки, например, заклепки-пистоны (рис. 342, *в, г*).

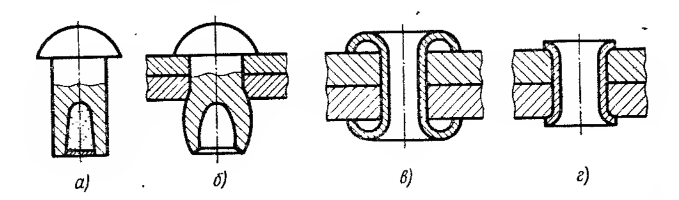


Рис 342

В условном обозначении заклепок на чертежах указывают:

1) слово «Заклепка»; 2) диаметр; 3) длину, 4) обозначение группы материала (группу 00 не указывают); 5) марку материала (для группы 00 не указывают); 6) группу покрытия; 7) номер стандарта, например:

заклепка диаметром 8 мм, длиной 20 мм, из материала с условным обозначением группы 00, без покрытия:

Заклепка 8×20 ГОСТ 10299—68.

То же, из материала с условным обозначением группы 38, медь марки М3, с покрытием 11 (пассивным):

Заклепка 8×20.38.М3.11 ГОСТ 10299—68.

Марки материалов и их условные обозначения, а также виды, условные обозначения и толщины покрытий должны соответствовать ГОСТу 10304—70.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАКЛЕПОЧНЫХ ШВОВ

Заклепочные швы классифицируют по их назначению и конструктивным особенностям.

По назначению различают: а) прочные швы, применяемые в стальных конструкциях подъемно-транспортных механизмов, в рамах, кронштейнах и т. п.; б) плотные швы, применяемые в резервуарах, газопроводах, и т. п.; в) прочно-плотные швы, применяемые в устройствах, где требуется герметичность и прочность (котлы и др.).

В зависимости от расположения склепываемых листов различают швы внахлестку (рис. 343, *а, б*), с одной накладкой (рис. 343, *в*) и с двумя накладками (рис. 344, *а*). Первые два типа швов называют односрезными, а третий — двухсрезным.

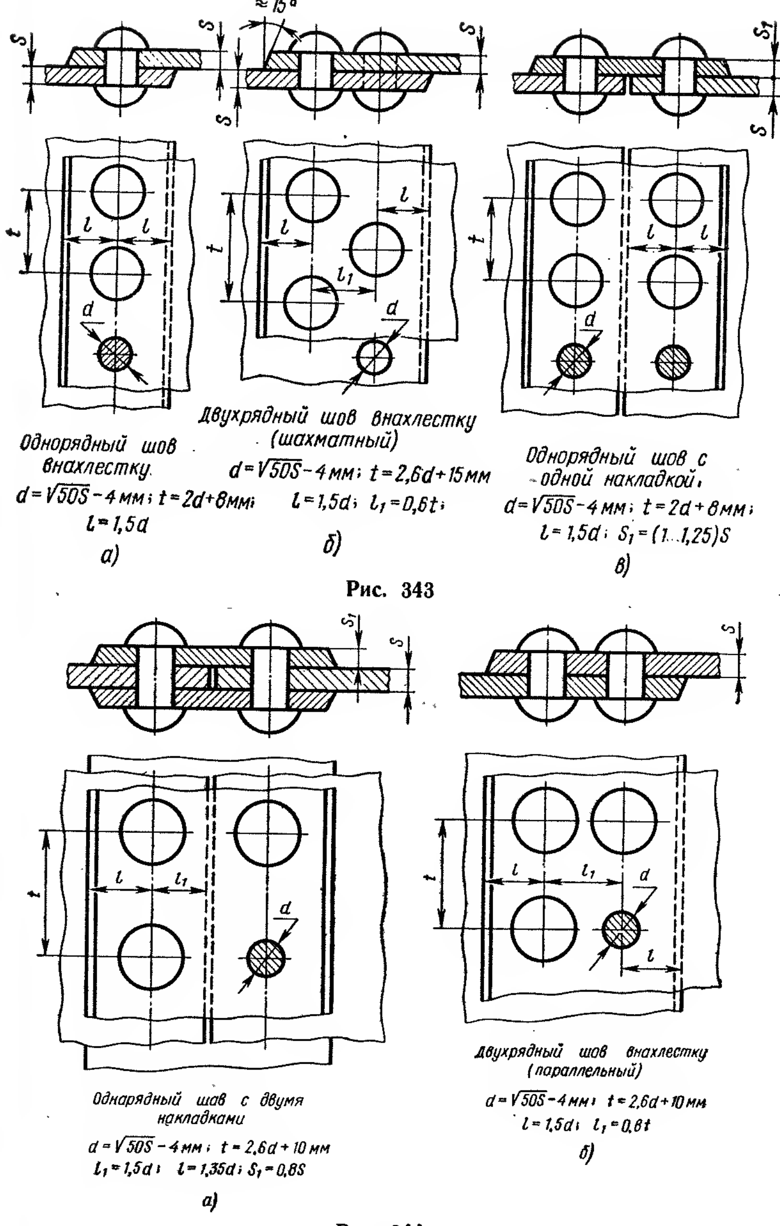


Рис. 343

Рис. 344

По взаимному расположению заклепок различают швы однорядные (рис. 343, *а*, *в*), двухрядные шахматные и параллельные (рис. 343, *б*, 344, *б*), трехрядные и т. п.

Расстояние между заклепками в одном ряду называется шагом заклепочного шва t (рис. 343, 344).

По нормам котлонадзора расчет элементов заклепочного шва может вестись в зависимости от толщины S склепываемых листов. Формулы приведены иа рис. 343, 344.

Отверстия в соединяемых деталях после их разметки могут быть получены либо продавливаиием с последующим рассверливанием, либо сверлением.

Клепку стальными заклепками диаметром до 10 мм и заклепками из цветных металлов производят холодным способом, а горячим способом — стальными заклепками бо́льшего диаметра. Клепку осуществляют вручную с применением пневматических клепальных молотков или на специальных клепальных машинах.

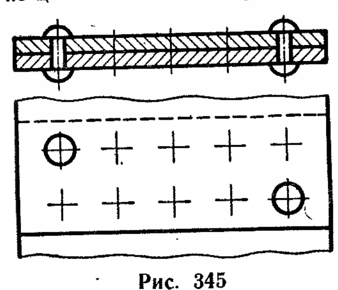


Рис. 345

Для обеспечения плотности шва производят его подчеканку.

На чертежах заклепки изображают условно. По ГОСТу 2.313—68 размещение заклепок указывают на чертеже условным знаком «+» (рис. 345).

СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

В современном машиностроении сварка является основным способом получения неразъемных соединений. Сварные соединения уменьшают трудоемкость изготовления изделий и приводят к экономии металла.

Сваркой называют технологический процесс иеразъемного соединения твердых тел путем их местного сплавления. **Свариым швом** называют затвердевший после расплавлеиия металл, соединяющий свариваемые детали, а совокупность деталей, соедииенных свариым швом, иазывается **свариым соедииеиием**.

По способу исполнения различают сварку плавлением и сварку давлением.

Сварку плавлеиием разделяют на дуговую, электрошлаковую, газовую, газоэлектрическую, электроииолучевую и термитную. Наиболее распространена дуговая сварка. Для расплавления металла используется тепловая энергия электрической дуги, температура которой достигает 6000° С. По степени механизации электродуговая сварка разделяется на ручную, полуавтоматическую и автоматическую.

При полуавтоматической сварке механизируется операция подачи электрода и флюса в зону дуги, а при автоматической сварке — все операции, связанные с образованием шва.

К сварке давлением отиосится электрическая контактиая сварка, газопрессовая сварка, сварка с нагревом трением, холодиая сварка. Контактная сварка производится на специальных машииах. Основными разновидностями контактной сварки являются: стыковая, точечная, роликовая, рельефная, стыковая оплавлением и стыковая сопротивлением.

По способу взаимиого расположения частей свариваемых изделий различают соединения: стыковые, угловые, тавровые и соединения виахлестку. **В стыковых соедииеииях** свариваемые части изделий соединяются торцами, а поверхности одной части детали являются продолжением поверхностей другой части. **В угловых соедииеииях** свариваемые части изделий расположены под углом и соединяются по кромкам. В зависимости от конструкции угол между свариваемыми деталями может быть прямой либо отличен от прямого. **В тавровых соедииеииях** торец одного изделия соединяется с поверхностью другого, а в **соедииеиях виахлестку** поверхности соединяемых частей изделий частично перекрывают друг друга (рис. 346).

Сварные швы классифицируются по следующим признакам: а) по протяженности; б) по положению в пространстве; в) по внешней форме шва; г) по числу проходов; д) по форме подготовленных кромок; е) по характеру выполнения шва

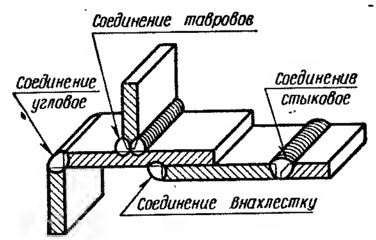


Рис. 346

По протяжеиности различают швы: непрерывные (сплошные), прерывистые и точечные. Как правило, швы выполняются иепрерывными. Прерывистый шов состоит из одинаковых по длиие заваренных участков с равными промежутками между ними. На рис. 347 изображены прерывистые сварные швы с шахматиым (рис. 347, *а*) и цепным (рис. 347, *б*, *в*)

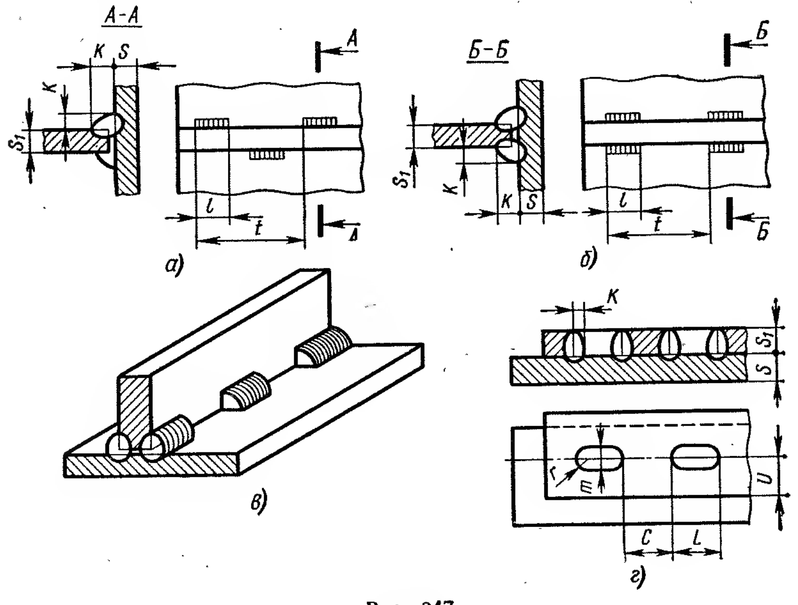


Рис. 347

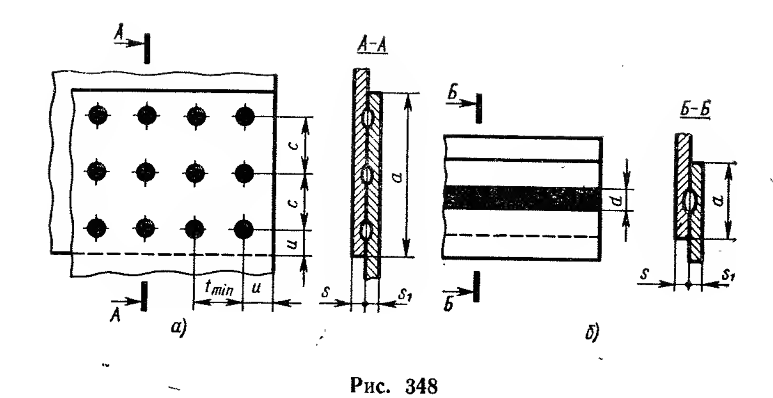


Рис. 348

расположением свариваемых участков. Длину свариваемого участка прерывистого шва обозначают l, а шаг между участками — t. Точечный шов есть разновидность прерывистого шва; его выполняют с круглыми или продолговатыми отверстиями под сварку (рис. 347, *г*).

На рис. 348, *а*, *б* изображены швы контактной сварки: многорядный с цепным расположением точек и однорядный роликовый. На чертеже приняты следующие обозначеиия: s, s_1 — толщина детали; t — шаг точечного шва; c — расстояние между осями рядов точек; d — расчетный диаметр точки или ширина роликового шва; u — расстояние от края листа; a — ширина нахлестки.

По положению в пространстве швы разделяют на нижние, вертикальные, горизонтальные и потолочные.

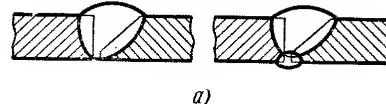
По внешней форме сварные швы бывают выпуклые, плоские и вогнутые.

По числу проходов сварные швы разделяются на однопроходные или многопроходные в зависимости от количества проходов сварочной дуги.

По форме подготовки кромок различают: швы без скоса кромок, со скосом одной кромки, со скосом двух кромок, с криволинейным скосом двух кромок, с двумя симметричными скосами одной кромки, с двумя несимметричными скосами одной кромки, с двумя симметричными скосами двух кромок и др. В табл. 26, 27 приведены основные типы швов сварных соединений для некоторых видов сварки.

По характеру выполнения швы бывают односторонними (односторонний провар) и двусторонними (провар с двух сторон).

На рис. 349, *а* изображены односторонний и двусторонний сварные швы со скосом одной кромки, а на рис. 349, *б* — угловые швы без скоса кромок впритык.



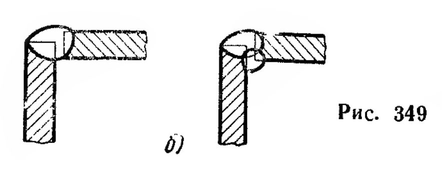


Рис. 349

УСЛОВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ШВОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

По ГОСТу 2.312—72 швы сварных соединений независимо от способа сварки условно изображают: видимые — сплошной основной линией толщиной s (рис. 350, *а*, *г*), невидимые — штриховой линией (рис. 350, *в*), видимую одиночную сварную точку — знаком «+», который выполняют сплошными основными линиями (рис. 350, *б*, *д*). Невидимые одиночные точки не изображают.

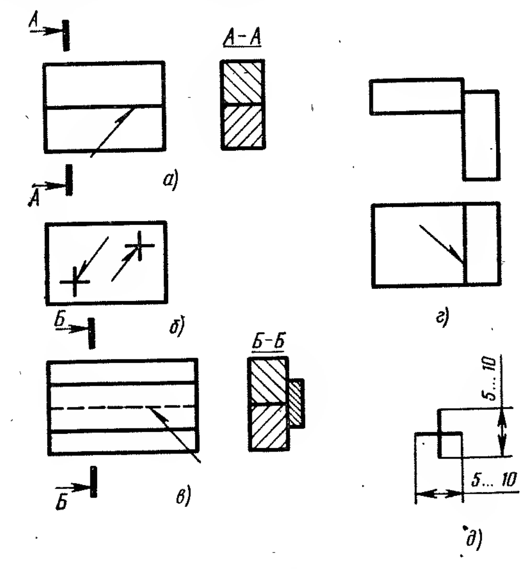


Рис. 350

От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, которая заканчивается односторонней стрелкой (рис. 350). Линию-выноску предпочтительно проводить от изображения видимого шва. Наклон линии-выноски к линии шва рекомендуется выполнять под углом 30—60°. К линии-выноске присоединяют горизонтальную полку, которая предназначена для простановки условного обозначения шва сварного соединения. В случае необходимости допускается излом линии-выноски.

Конструктивные элементы кромок свариваемых деталей, их размеры, размеры выполняемых сварных швов даны в соответствующих стандартах на отдельные виды сварки. На рис. 351 приведены примеры иекоторых конструктивных элементов швов для ручной электродуговой сварки. Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва — сплошными тонкими линиями.

На рис. 351, *а* изображен элемент стыкового двустороннего шва со скосом двух кромок (С18); на рис. 351, *б* — угловой шов, двусторонний без скоса кромок (У5); на рис. 351, *в* — тавровый односторонний шов со скосом одной кромки (Т6) и на рис. 351, *г* — шов внахлестку без скоса кромок, двусторонний (Н2). Конструктивные элементы кромок и швов

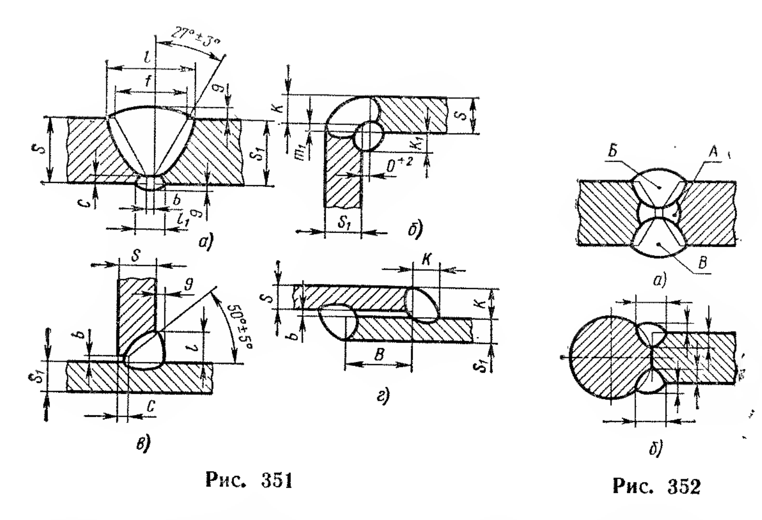


Рис. 351　　　　　　　　Рис. 352

обозначены следующими буквами: s, s_1 — толщина свариваемых деталей; b — зазор между кромками; α — угол разделки кромок; c — величина притупления; f — ширина разделки; l — ширина шва; g — высота усиления шва; k, k_1 — катеты шва; B — длина нахлестки.

На изображении сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, обозначая их прописными буквами русского алфавита (рис. 352, *а*). Если шов нестандартный, то его изображают с указанием размеров всех конструктивных элементов. Пример такого шва дан на рис. 352, *б*.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ШВОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

На рис. 353 приведена схема структуры условного обозначения стандартного сварного шва или одиночной сварной точки. Рассмотрим более подробно отдельные элементы, входящие в условное обозначение.

1. В случае необходимости простановки вспомогательные знаки — «шов по замкнутой линии» и «шов выполнить при монтаже изделия» — располагают в обозначении первыми на изломе линии-выноски и полки. Вспомогательные знаки — «усиление шва снять», «шов по незамкнутой линии», «наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу» — располагают в обозначении на последнем месте.

Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности шва наносят на полке или под полкой линии-выноски после условного обозначения шва (рис. 354) или указывают в таблице швов, или приводят в технических требованиях, например, «Шероховатость поверхностей сварных швов ▽3».

Вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями, и высота их должна быть равна высоте цифр, входящих в обозначение шва.

2. Указывают номер стандарта на типы и конструктивные элементы, по которым выполняют данный шов. Наиболее распространено применение следующих стандартов:

ГОСТ 5264—69 — Ручная электродуговая сварка;

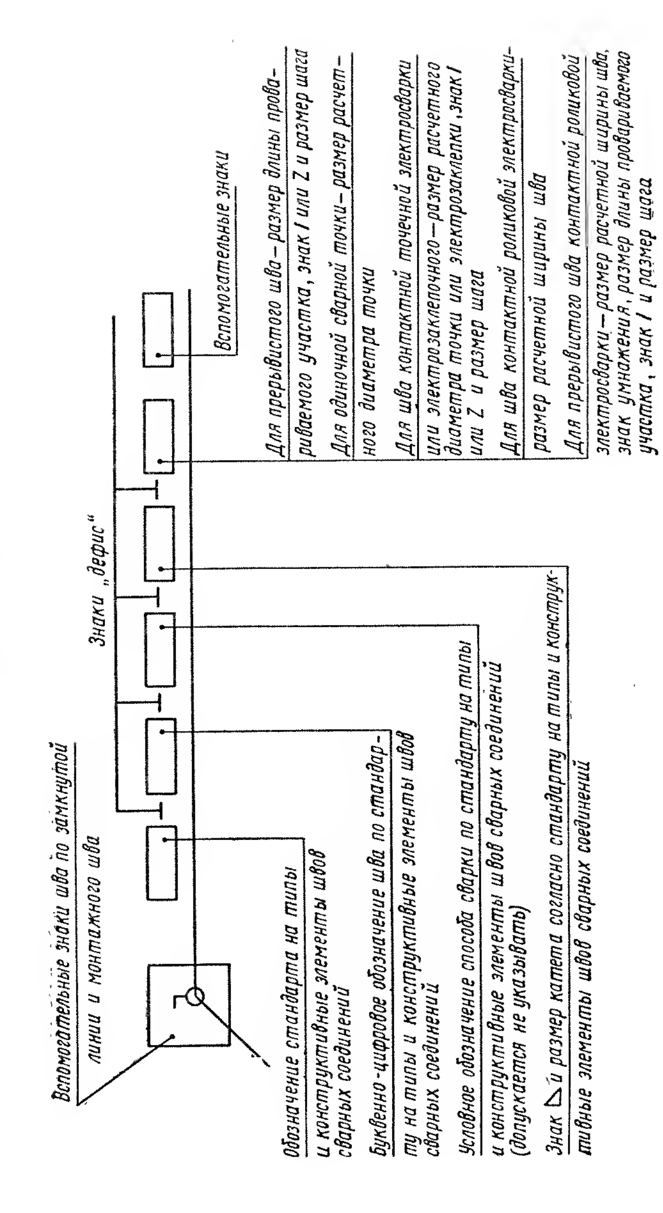



Рис. 353

ГОСТ 8713—70 — Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом;
ГОСТ 15878—70 — Контактная электросварка;
ГОСТ 15164—69 — Электрошлаковая сварка;
ГОСТ 14771—69 — Электродуговая сварка в среде защитных газов;
ГОСТ 14776—69 — Электрозаклепочные швы;
ГОСТ 11533—65 — Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом (под острым и тупым углом) и другие стандарты.

3. После указания номера стандарта приводят буквенно-цифровое обозначение шва, взятое из соответствующего стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений. Некоторые данные даны в табл. 26, например, стыковой шов со скосом одной кромки, односторонний, ручной электродуговой сварки обозначают «С5», а шов контактной сварки внахлестку, роликовый однорядный обозначают «Н6» и т. д.

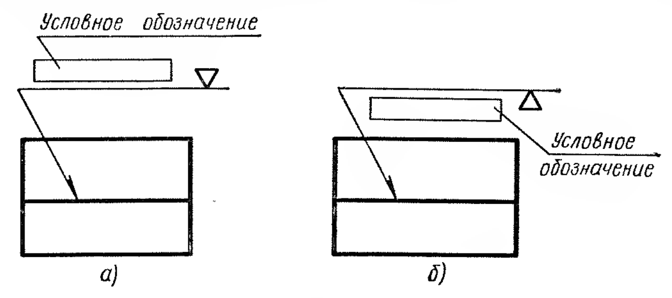


Рис. 354

4. Каждый вид сварки, кроме ручной электродуговой (ГОСТ 5264—69), имеет, как правило, несколько способов исполнения. Способы сварки приведены в стандартах на типы и конструктивные элементы швов и сведены в табл. 28. Способ сварки указывают в условном обозначении после буквенно-цифрового обозначения шва. Стандарт допускает не указывать в условном обозначении способ исполнения сварки. Примеры обозначения способов сварки: Кт — контактная точечная (ГОСТ 15878—70); ИН — сварка в инертных газах неплавящимся вольфрамовым электродом без присадочного материала (ГОСТ 14771—69); А — автоматическая сварка под слоем флюса без применения подкладок, подушек и ручной подварки (ГОСТ 8713—70) и др.

5. Знак «⊿» и размер катета указывают для угловых, тавровых швов и для соединений внахлестку, выполненных, как правило, без подготовки кромок, для которых стандартами предусмотрено указание катета шва. В табл. 29 выборочно даны некоторые стандарты на сварные соединения с указанием, для каких типов швов проставляют в условном обозначении знак «⊿» и размер катета шва. Этот знак выполняют сплошными тонкими линиями высотой, равной высоте цифр.

6. Если шов прерывистый или точечный с цепным расположением, прерывистый или точечный с шахматным расположением, то знаки расположения швов («/», «Z») и другие конструктивные элементы проставляют после знака «⊿» и размера катета. Например, для прерывистых швов записывают размер длины провариваемого участка, знак «/» или «Z» и размер шага; для шва контактной точечной электросварки или для электрозаклепочного — размер расчетного диаметра точки или электрозаклепки, знак «/» или «Z» и размер шага и т. д.

Структура условного обозначения нестандартного шва или одиночной сварной точки приведена на схеме (рис. 356).

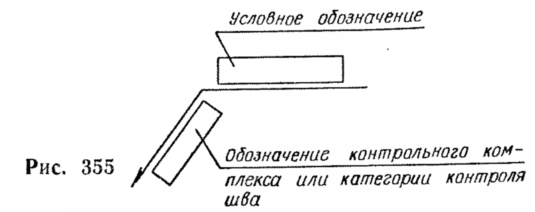


Рис. 355

В технических требованиях или в таблице швов указывают способ сварки, которым выполняют нестандартный шов.

Условное обозначение шва наносят на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны (рис. 354, *а*), и под полкой, если линия-выноска проведена от изображения шва с оборотной стороны (рис. 354, *б*). За лицевую сторону одностороннего шва принимают сторону, с которой производят сварку. За лицевую сторону двустороннего шва с несимметрично подготовленными кромками принимают сторону, с которой производят сварку основного шва. Если же двусторонний шов имеет симметричные кромки, то за лицевую может быть принята любая сторона шва.

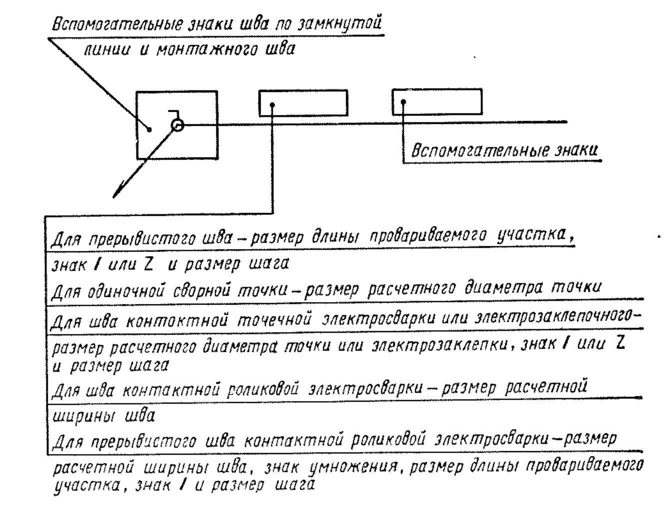


Рис. 356

Если для шва сварного соединения установлен контрольный комплекс или категория контроля шва, то их обозначение допускается помещать под линией-выноской (рис. 355). В технических требованиях или в таблице швов приводят ссылку на соответствующий нормативно-технический документ.

Сварочные материалы указывают на чертеже в технических требованиях или таблице швов. Допускается сварочные материалы не указывать.

УПРОЩЕНИЯ В ОБОЗНАЧЕНИИ ШВОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

1. На чертежах сварных соединений часто встречаются одинаковые швы, т. е. швы одного и того же типа с одинаковыми размерами конструктивных элементов в поперечном сечении, имеющие одинаковое условное обозначение. В этом случае у одного из изображенных швов проставляют условное обозначение, а от изображений остальных швов проводят линии-выноски с небольшими полками. Всем одинаковым швам присваивается один и тот же номер, который проставляют на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва (рис. 357, *а*). На всех остальных одинаковых швах на полке проставляют только номер шва (рис. 357, *б*). Допускается указывать количество швов, например запись «20 № 1» (рис. 357, *а*) говорит о том, что подобных одинаковых швов на чертеже имеется двадцать.

2. Если все швы на чертеже одинаковы и изображены с одной стороны (лицевой или оборотной), то порядковый номер швам не присваивают и отмечают их только линиями-выносками без полок (рис. 357, *в*), кроме шва, на котором нанесено условное обозначение.

3. Если изделие имеет симметричную форму и на чертеже нанесена ось симметрии, допускается отмечать линиями-выносками и обозначать швы только на одной из симметричных частей изделия.

4. Если изделие имеет одинаковые составные части, привариваемые одинаковыми швами, допускается отмечать линиями-выносками и обозначать швы только на одной из одинаковых изображенных частей изделия.

5. Если все швы на данном чертеже выполнены по одному и тому же стандарту, допускается обозначение шва указывать в технических требованиях чертежа (записью по типу: «Сварные швы. . . по. . .») или в таблице.

6. Допускается не отмечать на чертеже швы линиями-выносками, а приводить указания по сварке записью в технических требованиях чертежа, если эта запись однозначно определяет места сварки, типы швов сварных соединений и размеры их конструктивных элементов в поперечном сечении и расположении швов.

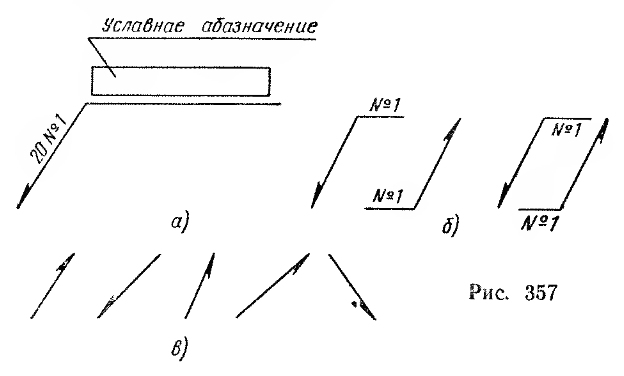


Рис. 357

ПРИМЕРЫ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ СТАНДАРТНЫХ ШВОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

1. Шов стыкового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый электродуговой ручной сваркой (рис. 358, *а*).

2. Шов стыкового соединения с двумя симметричными скосами одной кромки, двусторонний, выполняемый электродуговой ручной сваркой при монтаже изделия. Усилие шва снято с обеих сторон. Шероховатость поверхностей шва с лицевой и с оборотной стороны — ▽5 (рис. 358, *б*).

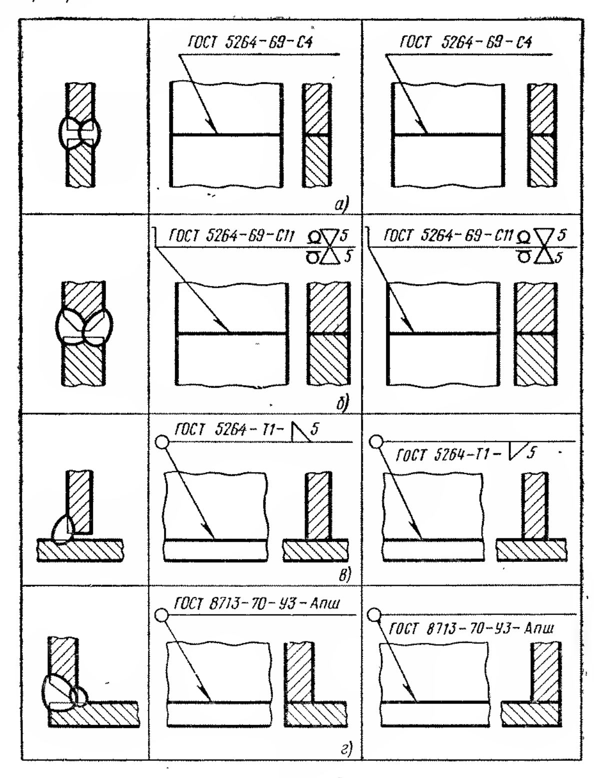


Рис. 358

3. Шов таврового соединения без скоса кромок, односторонний, выполняемый электродуговой ручной сваркой по замкнутому контуру. Катет шва 5 мм (рис. 358, *в*).

4. Шов углового соединения со скосом одной кромки, двусторонний с предварительным наложением подварочного шва, выполняемый автоматической сваркой под флюсом по замкнутой линии (рис. 358, *г*).

5. Шов соединения внахлестку, трехрядный с шахматным расположением точек, выполняемый контактной точечной электросваркой. Расчетный диаметр точек 10 мм, шаг между точками 40 мм (рис. 359, *а*).

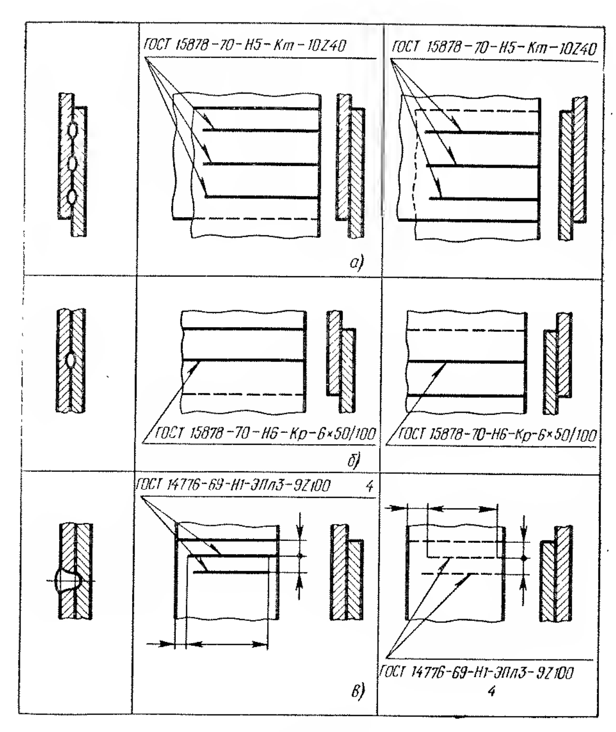


Рис. 359

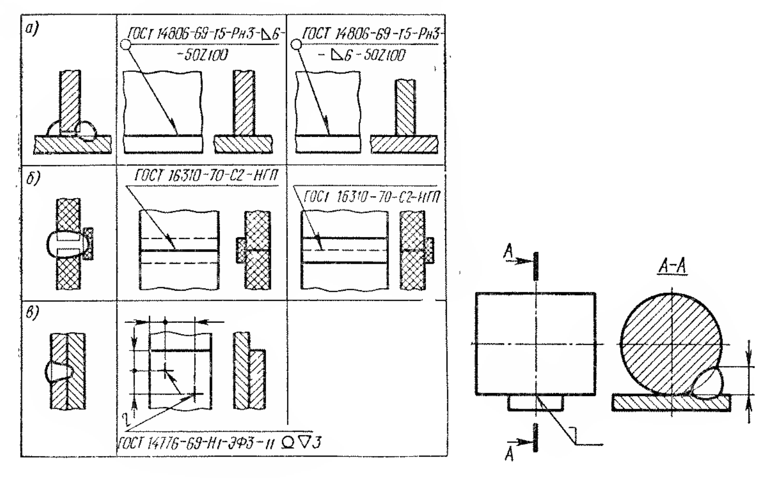


Рис. 360

Рис 361

6. Шов соединения внахлестку, прерывистый, выполняемый контактной роликовой электросваркой. Ширина роликового шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм, шаг 100 мм (рис. 359, *б*).

7. Шов электрозаклепочный соединения внахлестку, выполняемый аргоио-дуговой сваркой плавящимся электродом. Диаметр электрозаклепки 9 мм, шаг 100 мм. Расположение электрозаклепок — шахматное. Усиление снято. Шероховатость обработанной поверхности ▽4 (рис. 359, *в*).

8. Шов таврового соединения без скоса кромок, двусторонний, прерывистый с шахматным расположением, выполняемый электродуговой ручной сваркой в защитных газах неплавящимся металлическим электродом по замкнутой линии. Катет шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм, шаг между участками 100 мм (рис. 360, *а*).

9. Шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний, на остающейся подкладке, выполняемый сваркой иагретым газом с присадкой (рис. 360, *б*).

10. Одиночные электрозаклепки соединения внахлестку, выполняемые электродуговой сваркой под флюсом. Диаметр электрозаклепки 11 мм. Усилеиие снято. Шероховатость обработанной поверхности ▽3 (рис. 360, *в*).

На рис. 361 дан пример условного обозначения нестандартного шва сварного соединения. Это шов соединения без скоса кромок, односторонний, выполняемый ручной электродуговой сваркой прн монтаже изделия. В этом случае в технических требованиях делают запись: «Сварка ручная электродуговая».

ШВЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

РУЧНАЯ ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ СВАРКА
(по ГОСТу 5264—69)

Осиовные типы и конструктивиые элемеиты

Стандарт распространяется на швы сварных соединений из углеродистых и низколегированных сталей, выполняемых ручной электродуговой сваркой металлическим плавящимся электродом во всех пространственных положениях, и устанавлнвает коиструктивные элементы их основных типов. Стандарт не распространяется на швы сварных соединений труб и швы, выполняемые методом сварки глубокого проплавления.

Основные типы швов сварных соединений должны соответствовать указанным в табл. 26.

СОЕДИНЕНИЯ СВАРНЫЕ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ КОНТАКТНОЙ ЭЛЕКТРОСВАРКОЙ
(ГОСТ 15878—70)

Основиые типы и конструктивиые элемеиты

Стандарт устанавливает основные типы и конструктивные элементы расчетных сварных соединений конструкций из малоуглеродистой и низколегированной стали, выполняемых контактной электросваркой.

Стандарт не устанавливает типы и конструктивные элементы свариых соединений, выполняемых контактной Т-образной электросваркой.

Таблица 25

Вспомогательные знаки, применяемые для обозначения сварных швов

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки линии-выноски, проведенной от изображения шва	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Усиление шва снять		
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т. е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии ≈ 60°		
Z	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
	Шов по замкнутой линии Диаметр знака — 3. . . 5 мм		
	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа		

Таблица 26

Основные типы швов

Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения		Пределы толщин свариваемых деталей в мм	Условное обозначение шва сварного соединения
		подготовленных кромок	выполненного шва		
Стыковое соединение					
С отбортовкой двух кромок	Односторонний			1—3	С1
Без скоса кромок	Односторонний			1—6	С2
Без скоса кромок	Односторонний на остающейся или съемной подкладке			1—6	С3
Без скоса кромок	Двусторонний			2—8	С4
Со скосом одной кромки	Односторонний			4—26	С5
Со скосом одной кромки	Односторонний на остающейся или съемной подкладке			4—26	С6
Со скосом одной кромки	Односторонний замковый			6—34	С7
Со скосом одной кромки	Двусторонний			4—26	С8
С криволинейным скосом одной кромки	Двусторонний			15—60	С9
С ломаным скосом одной кромки	Двусторонний			15—60	С10

Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения		Пределы толщин свариваемых деталей в мм	Условное обозначение шва сварного соединения
		подготовленных кромок	выполненного шва		
С двумя симметричными скосами одной кромки	Двусторонний			12—60	C11
С двумя симметричными криволинейными скосами одной кромки	Двусторонний			30—100	C12
С двумя несимметричными скосами одной кромки	Двусторонний			12—60	C13
Со скосом одной кромки с последующей строжкой	Двусторонний			8—40	C14
Со скосом двух кромок	Односторонний			3—50	C15
Со скосом двух кромок	Односторонний на остающейся или съемной подкладке			6—100	C16

Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения		Пределы толщин свариваемых деталей в мм	Условное обозначение шва сварного соединения
		подготовленных кромок	выполненного шва		
Со скосом двух кромок	Односторонний замковый			6—34	C17
Со скосом двух кромок	Двусторонний			3—50	C18
С криволинейным скосом двух кромок	Двусторонний			15—100	C19
С ломаным скосом двух кромок	Двусторонний			15—100	C20
С двумя симметричными скосами двух кромок	Двусторонний			12—60	C21
С двумя симметричными криволинейными скосами двух кромок	Двусторонний			30—100	C22
С двумя симметричными ломаными скосами двух кромок	Двусторонний			30—100	C23

Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения		Пределы толщин свариваемых деталей в мм	Условное обозначение шва сварного соединения
		подготовленных кромок	выполненного шва		
С двумя несимметричными скосами двух кромок	Двусторонний			12—60	С24
Со скосом двух кромок с последующей строжкой	Двусторонний			8—40	С25
Угловое соединение					
С отбортовкой одной кромки	Односторонний			1—4	У1
Без скоса кромок	Односторонний впритык			1—6	У2
Без скоса кромок	Двусторонний впритык Односторонний Двусторонний			2—8 1—30 2—30	У3 У4 У5
Со скосом одной кромки	Односторонний Двусторонний			4—26 4—26	У6 У7

Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения		Пределы толщин свариваемых деталей в мм	Условное обозначение шва сварного соединения
		подготовленных кромок	выполненных кромок		
С двумя скосами одной кромки	Двусторонний			12—60	У8
Со скосом двух кромок	Односторонний Двусторонний			12—50 12—50	У9 У10
Тавровое соединение					
Без скоса кромок	Односторонний Односторонний прерывистый			2—30 2—30	Т1 Т2
Без скоса кромок	Двусторонний			2—30	Т3
Без скоса кромок	Двусторонний шахматный			2—30	Т4
Без скоса кромок	Двусторонний прерывистый			2—30	Т5
Со скосом одной кромки	Односторонний			4—26	Т6

Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения		Пределы толщин свариваемых деталей в мм	Условное обозначение шва сварного соединения
		подготовленных кромок	выполненного шва		
Со скосом одной кромки	Двусторонний			4—26	Т7
С криволинейным скосом одной кромки				15—60	Т8
С двумя симметричными скосами одной кромки				12—60	Т9
С двумя симметричными скосами одной кромки				12—100	Т10
С двумя симметричными криволинейными скосами одной кромки				30—100	Т11

Форма подготовленных кромок	Вид сварного соединения	Форма поперечного сечения		Пределы толщин свариваемых деталей в мм	Условное обозначение шва сварного соединения
		подготовленных кромок	выполненного шва		
Соединение внахлестку					
Без скоса кромок	Односторонний прерывистый			2—60	Н1
	Двусторонний			2—60	Н2
С удлиненным отверстием	Односторонний с несплошной заваркой			Не менее 2	Н3

Устанавливаются следующие условные обозначения способов сварки:

Кт — контактная точечная;
Кр — контактная роликовая;
Кв — контактная рельефная;
Кс — контактная стыковая;
Ксо — контактная стыковая оплавлением;
Ксс — контактная стыковая сопротивлением.

На чертежах приняты следующие обозначения:

s и s_1 — толщина детали;
d — расчетный диаметр точки или ширина роликового шва;
h — величина проплавления;
h_0 — глубина вмятины;
t — шаг точечного шва;
c — расстояние между осями рядов точек;
b — длина литой зоны роликового шва;
f — перекрытие роликового шва;
a — ширина нахлестки;
u — расстояние от края листа.

Основные типы сварных соединений, выполняемых контактной электросваркой, должны соответствовать указанным в табл. 27.

УСЛОВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ ШВОВ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ (по ГОСТу 2.313—68)

Настоящий стандарт устанавливает правила условного изображения и обозначения швов неразъемных соединений, получаемых пайкой, склеиванием, сшивкой и клепкой.

Таблица 27

Основные типы сварных соединений

Тип шва	Вид сварного соединения	Обозначение способа сварки	Пределы толщин свариваемых деталей в мм	Условное обозначение шва сварного соединения
Соединение внахлестку				
Однорядный		Кт; Кв	От 0,3—0,3 до 6,0—6,0	Н1
Однорядный с отбортовкой		Кт; Кв	От 0,3—0,3 до 6,0—6,0	Н2
		Кт, Кв	От 0,3—0,3 до 6,0—6,0	Н3
Многорядный с цепным расположением точек		Кт, Кв	От 0,3—0,3 до 6,0—6,0	Н4
Многорядный с шахматным расположением точек		Кт; Кв	От 0,3—0,3 до 6,0—6,0	Н5
Однорядный		Кр	От 0,3—0,3 до 3,0—3,0	Н6

Тип шва	Вид сварного соединения	Обозначение способа сварки	Пределы толщин свариваемых деталей в мм	Условное обозначение шва сварного соединения
Однорядный с отбортовкой		Кр	От 0,3—0,3 до 3,0—3,0	Н7
		Кр	От 0,3—0,3 до 3,0—3,0	Н8
Стыковое соединение				
—		Ксс	—	С1
—		Ксс	—	С2
—		Ксо	—	С3
—		Ксо	—	С4

Таблица 28

Условные буквенные обозначения видов и способов сварки

Вид сварки		Способ сварки	
Наименование вида	№ ГОСТа	Наименование способа	Условное обозначение
1. Ручная электродуговая сварка	5264—69	—	—

Вид сварки		Способ сварки	
Наименование вида	№ ГОСТа	Наименование способа	Условное обозначение
2. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом	8713—70	а) автоматическая сварка под слоем флюса без применения подкладок, подушек и подварочного шва;	А
		б) автоматическая сварка под слоем флюса на флюсовой подушке;	Аф
		в) автоматическая сварка под слоем флюса на флюсомедной подкладке;	Ам
		г) автоматическая сварка под слоем флюса на стальной подкладке;	Ас
		д) автоматическая сварка под флюсом с предварительным наложением подварочного шва;	Апш
		е) автоматическая сварка под флюсом с предварительной подваркой корня шва;	Апк
		ж) полуавтоматическая сварка под слоем флюса без применения подкладок, подушек и ручной подварки;	П
		з) полуавтоматическая сварка под слоем флюса на стальной подкладке;	Пс
		и) полуавтоматическая сварка под флюсом с предварительным наложением подварочного шва;	Ппш
		к) полуавтоматическая сварка под флюсом с предварительной подваркой корня шва	Ппк
3. Ручная электродуговая сварка (соединения под острыми и тупыми углами)	11534—65	—	—

Вид сварки		Способ сварки	
Наименование вида	№ ГОСТа	Наименование способа	Условное обозначение
4. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом (соединения под острыми и тупыми углами)	11533—65	а) автоматическая сварка под флюсом без применения подкладок, подушек и ручной подварки;	А
		б) автоматическая сварка под флюсом с ручной подваркой с одной стороны;	Ар
		в) полуавтоматическая сварка под флюсом без применения подкладок, подушек и ручной подварки;	П
		г) полуавтоматическая сварка под флюсом с ручной подваркой;	Пр
5. Соединения сварные, выполняемые контактной электросваркой	15878—70	а) контактная точечная;	Кт
		б) контактная роликовая;	Кр
		в) контактная рельефная;	Кв
		г) контактная стыковая;	Кс
		д) контактная стыковая оплавлением;	Ксо
		е) контактная стыковая сопротивлением	Ксс
6. Электрошлаковая сварка	15164—69	а) электрошлаковая проволочным электродом;	ШЭ
		б) электрошлаковая плавящимся мундштуком;	ШМ
		в) электрошлаковая электродом большего сечения, соответствующим форме поперечного сечения сварочного пространства	ШП
7. Швы сварных соединений электрозаклепочные	14776—69	а) сварка электрозаклепками под флюсом;	ЭФЗ
		б) сварка электрозаклепками в углекислом газе;	ЭУЗ
		в) сварка электрозаклепками в аргоне плавящимся электродом;	ЭПлЗ
		г) сварка электрозаклепками в аргоне неплавящимся электродом	ЭНпЗ

Продолжение табл. 28

Вид сварки		Способ сварки	
Наименование вида	№ ГОСТа	Наименование способа	Условное обозначение
8. Электродуговая сварка в защитных газах	14771—69	а) сварка в инертных газах неплавящимся вольфрамовым электродом без присадочного материала;	ИН
		б) сварка в инертных газах неплавящимся вольфрамовым электродом с присадочным материалом;	ИНп
		в) сварка в инертных газах и их смесях с активными газами плавящимся электродом;	ИП
		г) сварка в углекислом газе плавящимся электродом	УП

Таблица 29

Типы сварных швов, для которых проставляют знак «⊿» и размер катета шва

№ ГОСТа	Вид соединения	Условное обозначение шва сварного соединения	Пределы значений катета шва в мм или зависимость катета от толщины свариваемых листов s
5264—69	Угловое Тавровое Внахлестку	У4, У5 Т1, Т2, Т3, Т4, Т5 Н1, Н2 Н3	$0{,}5s$—s От 3 до 8 мм $s+b$ $0{,}8s$—s
14771—69	Угловое Тавровое Внахлестку	У4, У5 Т1, Т2, Т3, Т4, Т5 Н1, Н2, Н3 Н4	От $0{,}5s$ до s От 1 до 10 мм От 3 до 8 От 1 до 10
8713—70	Угловое Тавровое Внахлестку	У2, У3 Т1, Т2, Т3, Т4, Т5 Т6 Т9 Т13 Н1, Н2, Н3, Н4 Н6	От 3 до 4 мм От 3 до 6 От 5 до 10 От 8 до 10 От $0{,}5s$ до s От $0{,}85s$ до s

Различают пайку твердыми и мягкими припоями. К твердым относятся медно-цинковые (ПМЦ 36, ПМЦ 48, ПМЦ 54 по ГОСТу 1534—42), серебряные (ПСр 10, ПСр 12, ПСр 25, ПСр 45 и др. по ГОСТу 8190—56) и другие припои. Пайку твердыми припоями широко применяют для соединения элементов трубчатых рам велосипедов, мотоциклов, автомобильных радиаторов, узлов холодильников турбинных лопаток и т. д.

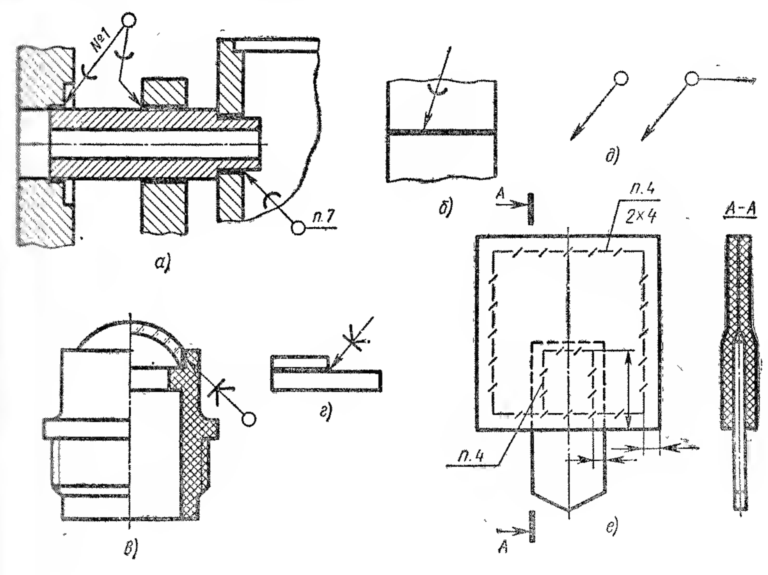


Рис. 362

К мягким припоям относятся оловянно-свинцовые (ПОС 90, ПОС 61, ПОС 40 и др. по ГОСТу 1499—70), оловянно-кадмиевые и др. Пайку мягкими припоями применяют в электро- и радиоприборостроении. Наиболее широко используют припой марок ПОС 61 и ПОС 40.

Склеивание, как метод получения неразъемных соединений, находит все большее распространение. Для склеивания металлических материалов и металлических с неметаллическими материалами применяют различные синтетические клеи, например, БФ-2, БФ-3, БФ-4, БФ-5, карбонильный, ПУ-2, ПК-5 и др.

К преимуществам клеевых соединений относятся:

1) возможность соединения разнородных материалов;

2) возможность хорошего соединения в конструкции очень тонких металлических листов, что исключает необходимость сверления в них отверстий для заклепок, болтов;

3) герметичность соединения;

4) обеспечение гладкой поверхности клеевых соединений.

Швы неразъемных соединений, получаемых пайкой и склеиванием, изображают так, как показано на рис. 362, *а*, *б*, *в*.

В разрезах и на видах припой и клей изображают утолщенной сплошной линией (толщиной 2*s*). Обозначают пайку и склейку условным знаком, который наносят на наклонном участке линии-выноски. В отли-

чие от сварки линия-выноска заканчивается двусторонней стрелкой, указывающей расположение шва (рис. 362, *а*, *в*). Для паяных швов на наклонном участке линии-выноски проводят знак в виде дуги, а для швов, получаемых склейкой, — знак в виде буквы «К». Если шов выполнен по замкнутому контуру, то линию-выноску оканчивают окружностью диаметром 3—4 мм (рис. 362, *а*, *в*).

Обозначение припоя или клея по соответствующему стандарту или техническим условиям приводят в техническим требованиях чертежа записью по типу: «ПОС 40 ГОСТ 1499—70» или «Клей БФ-2 ГОСТ 12172—66».

При необходимости в том же пункте технических требований излагают требования к качеству шва. Ссылку на номер пункта помещают на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва (рис. 362).

Рис. 363

При выполнении швов припоями или клеями различных марок всем швам, выполняемым одним и тем же материалом, присваивают один порядковый номер, который наносят на линии-выноске. В этом случае в технических требованиях делается запись, например, «ПОС 40 ГОСТ 1499—70 (№ 1), ПМЦ 36 ГОСТ 1534—42 (№ 2), клей БФ-2 ГОСТ 12172—66 (№ 3).

При необходимости на изображении паяного соединения указывают размеры шва и обозначение шероховатости поверхности (рис. 363).

В технических требованиях допускается указывать вид пайки (газовая, погружением, электродуговая, электроиндукционная, электроконтактная, пайка в печах и т. п.) и способ пайки (кислотный или бескислотный).

На чертежах соединений, получаемых сшиванием, швы изображают штриховой линией толщиной *s*/3 с наклонными штрихами в интервалах; длина штрихов в линии должна быть 10—30 мм, длина наклонных штрихов — 2—3 мм, угол наклона штрихов к линии примерно 45° (рис. 362, *е*).

Обозначение материала (ниток и т. п.) по соответствующему стандарту или техническим условиям приводят в технических требованиях чертежа. Ссылку на номер пункта помещают на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва (рис. 362, *е*).

При необходимости под полкой линии-выноски указывают количество рядов в шве и расстояние между рядами (рис. 362, *е*).

Глава VI

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Зубчатые передачи являются наиболее распространенным типом механических передач, применяемых в современном машиностроении и приборостроении. Зубчатые передачи служат для передачи вращательного движения или для преобразования вращательного движения в поступательное.

Зубчатые передачи классифицируются по следующим признакам:

1. **По взаимному расположению осей колес:** а) с параллельными осями (цилиндрическая передача — рис. 364, *а*—*г*, *и*); б) с пересекающимися осями (коническая передача — рис. 364, *д*, *е*, *к*, смешанная коническая передача); в) со скрещивающимися осями (винтовая передача — рис. 364, *ж*, червячная, гипоидная зубчатая передача первого и второго рода, спироидная передача); г) реечная передача — для преобразования вращательного движения в поступательное (рис. 364, *в*).

2. **В зависимости от относительного вращения колес и расположения зубьев** различают передачи с внешним и внутренним зацеплением (рис. 364, *а*, *г*). При внешнем зацеплении аксоидные поверхности зубчатых колес расположены одна вне другой, а при внутреннем — одна внутри другой. Вращение колес в первом случае происходит в противоположных направлениях, а во втором случае — в одном направлении.

3. **По форме профиля** различают зубья эвольвентные (рис. 364, *а*, *б*) и неэвольвентные, например, цилиндрическая передача Новикова (рис. 364, *л*).

4. **В зависимости от расположения теоретической линии зуба** различают колеса с прямыми зубьями (рис. 364, *а*, *г*, *д*, *в*), косыми (рис. 364, *б*, *и*), шевронными (рис. 364, *в*) и винтовыми (рис. 364, *е*, *ж*).

В непрямозубых передачах возрастает плавность работы, уменьшаются износ и шум, растет несущая способность; благодаря этому непрямозубые передачи работают при более высоких окружных скоростях и передают большие мощности.

5. **По конструктивному оформлению** различают закрытые передачи, размещаемые в специальном непроницаемом корпусе и обеспеченные постоянной смазкой из масляной ванны, и открытые, работающие без смазки или периодически смазываемые консистентными мазями.

6. **По величине окружной скорости** различают тихоходные передачи (v до 3 м/с), среднескоростные ($v = 3 \div 15$ м/с) и быстроходные ($v > 15$ м/с).

Рис. 364

Рис. 365

Зубчатые колеса малых размеров, у которых диаметр впадин близок к диаметру вала, выполняются заодно с валом (рис. 365, *а*). Колеса, допускающие посадку на вал, как правило, выполняются насадными.

Колеса небольшого диаметра ($d_a \leqslant 200$ мм) обычно изготовляются из крупного проката, кованых и штампованных заготовок в виде сплошного диска, иногда с неглубокими проточками, с выступающей ступицей и др. (рис. 365, *б—г*).

Колеса средних размеров ($d_a = 500 \div 700$ мм) изготовляются из поковок, штампованных или литых заготовок и имеют дисковую облегченную конструкцию (рис. 365, *д*).

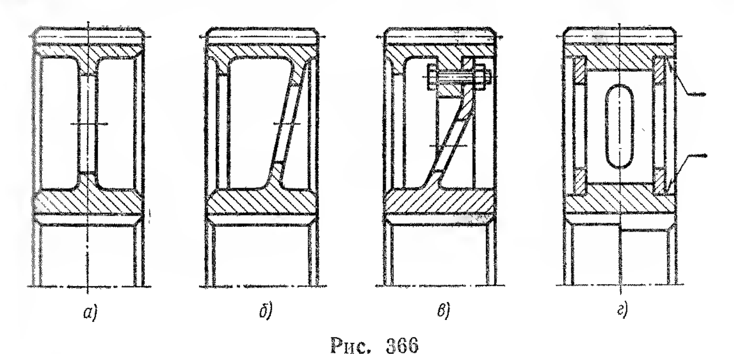


Рис. 366

Зубчатые колеса больших размеров изготовляют цельнолитыми с одним или двумя параллельными дисками, подкрепленными ребрами или спицами овального, таврового, крестовидного или другой формы сечения (рис. 366, *а, б*). Для крупных передач применяют также бандажированные, свертные и сварные колеса (рис. 366, *в, г*). На стальное или чугунное колесо (центр) насаживают с гарантированным натягом зубчатый венец (бандаж), изготовленный из высококачественной стали. Бандаж и колесо дополнительно закрепляют винтовыми стопорами.

Посадка зубчатых колес на валы в тяжелонагруженных передачах, работающих при вибрационных и ударных нагрузках, осуществляется по одной из прессовых посадок (*Пр*, *Пл*). В передачах общего назначения применяются переходные посадки (*Г*, *Т*, *Н*), требующие дополнительного крепления от осевого сдвига.

Основным материалом для изготовления зубчатых колес служат термически обрабатываемые стали и реже — чугуны и пластмассы.

Наибольшее распространение получили качественные стали 35, 40, 45, 50, 50Г (ГОСТ 1050—60) и легированные стали 40Х, 45ХН (ГОСТ 4543—71) и др. для колес, работающих на средних нагрузках. Цементируемые зубчатые колеса изготовляют из сталей 15Х, 20Х, 12ХН3А, 18ХГТ (ГОСТ 4543—71) и др. Колеса больших диаметров изготовляют из стального литья марок 35Л, 40Л, 45Л, 55Л (ГОСТ 977—65) и др.

Для тихоходных и малонагруженных зубчатых передач применяют серый или ковкий чугун марок СЧ 28-48, СЧ 35-56 ГОСТ 1412—70) и др.

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА

ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЗУБЧАТЫМ ПЕРЕДАЧАМ

(ГОСТ 16530—70)

Сформулируем термины, определения и обозначения, относящиеся к зубчатым передачам, необходимые для вычерчивания рабочих чертежей зубчатых колес и для технически грамотного чтения чертежей.

Основные понятия

1. Зубчатое колесо — зубчатое звено с замкнутой системой зубьев, обеспечивающее непрерывное движение другого зубчатого звена (рис. 367, *а*).
2. Число зубьев зубчатого колеса — z.

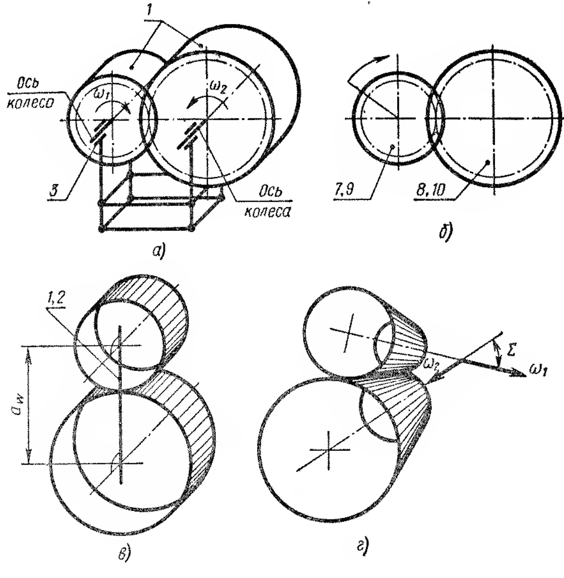


Рис. 367

3. Зубчатая передача — трехзвенный механизм, в котором два подвижных звена являются зубчатыми колесами, образующими с неподвижным звеном вращательную или поступательную пару (рис. 367, *а*).
4. Соосная поверхность — поверхность вращения, ось которой совпадает с осью зубчатого колеса.
5. Угловая скорость зубчатого колеса — ω.
6. Число оборотов колеса в минуту — n.
7. Ведущее зубчатое колесо — зубчатое колесо передачи, которое сообщает движение парному зубчатому колесу (рис. 367, *б*).

8. Ведомое зубчатое колесо — зубчатое колесо передачи, которому сообщает движение парное зубчатое колесо (рис. 367, *б*).
9. Шестерня — зубчатое колесо передачи с меньшим числом зубьев (рис. 367, *б*).
10. Колесо — зубчатое колесо передачи с большим числом зубьев (рис. 367, *б*).
11. Передаточное число (u) зубчатой передачи — отношение числа зубьев колеса к числу зубьев шестерни.
12. Межосевая линия зубчатой передачи — прямая линия, пересекающая оси зубчатых колес под прямым углом (рис. 367, *в*).
13. Межосевое расстояние (a_w) — расстояние между осями зубчатых колес по межосевой линии (рис. 367, *в*).
14. Межосевой угол (Σ) — угол, дополнительный до 180° к углу между векторами угловых скоростей зубчатых колес передачи (рис. 367, *г*).

Элементы зубчатых колес

15. Поверхность впадин — соосная поверхность, отделяющая зубья от тела зубчатого колеса (рис. 368, *а*).
16. Поверхность вершин — соосная поверхность, ограничивающая зубья со стороны, противоположной телу зубчатого колеса (рис. 368, *а*).

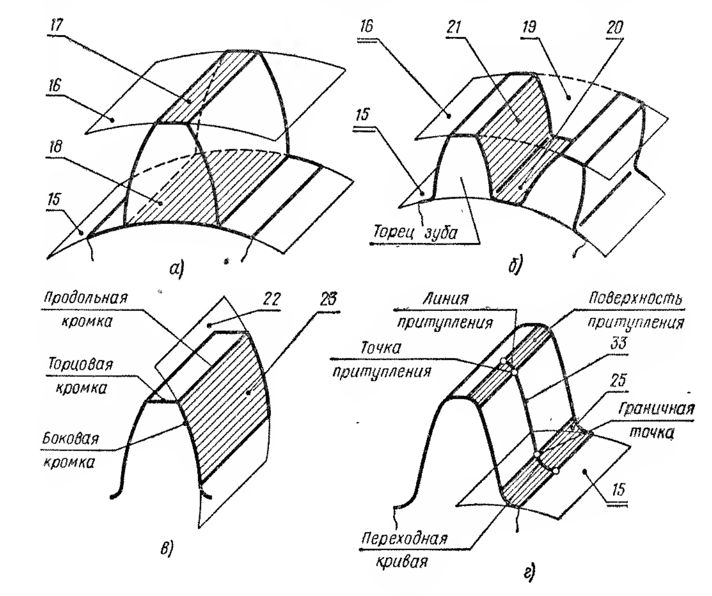


Рис. 368

17. Вершина зуба — часть поверхности вершин зубчатого колеса, принадлежащая зубу (рис. 368, *а*).
18. Основание зуба — часть поверхности впадин зубчатого колеса, принадлежащая зубу (рис. 368, *а*).

19. Впадина — пространство между двумя соседними зубьями зубчатого колеса, ограниченное поверхностями вершин и впадин (рис. 368, *б*).

20. Дно впадины — часть поверхности впадин зубчатого колеса, заключенная между основаниями соседних зубьев (рис. 368, *б*).

21. Боковая поверхность — поверхность, ограничивающая зуб со стороны впадины (рис. 368, *б*).

22. Теоретическая поверхность зуба — каждая из двух поверхностей, обеспечивающих при их взаимодействии заданное передаточное отношение, части которых используются для образования зубчатого зацепления (рис. 368, *в*).

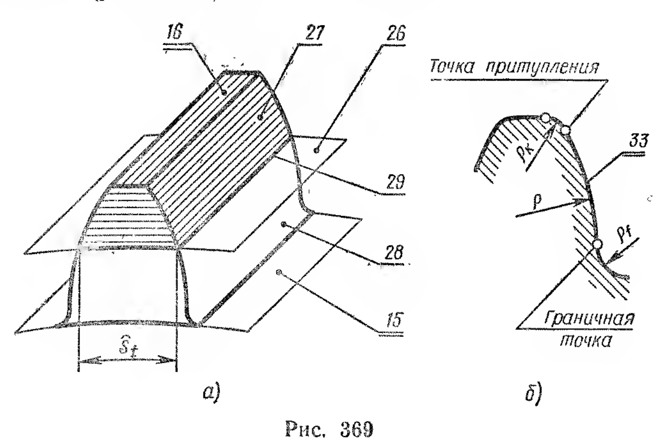


Рис. 369

23. Главная поверхность зуба — наибольшая часть боковой поверхности зуба, которая может быть частью теоретической поверхности (рис. 368, *в*).

24. Различают: а) правую и левую поверхности зуба; б) одноименные и разноименные поверхности (т. е. правые или левые); в) рабочую и нерабочую стороны зуба (т. е. поверхности зуба, участвующие или не участвующие в передаче движения).

25. Переходная поверхность зуба — часть боковой поверхности зуба, соединяющая главную поверхность с поверхностью впадин (рис. 368, *г*).

26. Делительная поверхность — соосная поверхность зубчатого колеса, являющаяся базовой для определения элементов зубьев и их размеров (рис. 369, *а*).

27. Делительная головка зуба — часть зуба, заключенная между поверхностью вершин зубьев колеса и его делительной поверхностью (рис. 369, *а*).

28. Делительная ножка зуба — часть зуба, заключенная между делительной поверхностью колеса и его поверхностью впадин (рис. 369, *а*).

29. Линия зуба — линия пересечения боковой поверхности зуба с делительной, начальной или однотипной соосной поверхностью зубчатого колеса. Соответственно этому различают начальную, делительную и другие линии зуба (рис. 369, *а*).

30. Угол наклона линии зуба (β) — острый угол между пересекающимися в данной точке линией зуба и линией пересечения соосной поверхности зубчатого колеса, которой принадлежит эта линия, с плоскостью, проходящей через его ось.

31. В зависимости от характера линии зуба различают: а) прямые, винтовые и косые зубья; б) зубья правого и левого направления.

32. Кромка зуба — линия пересечения двух поверхностей зуба. Различают продольную, боковую и торцовую кромки зуба (рис. 368, *в*).

33. Профиль зуба — линия пересечения боковой поверхности зуба и заданной поверхности, отличной от делительной, начальной и однотипной соосной поверхности зубчатого колеса (рис. 368, *г*).

34. Нормальный профиль зуба — сечение боковой поверхности зуба плоскостью, нормальной к линии зуба (рис. 370).

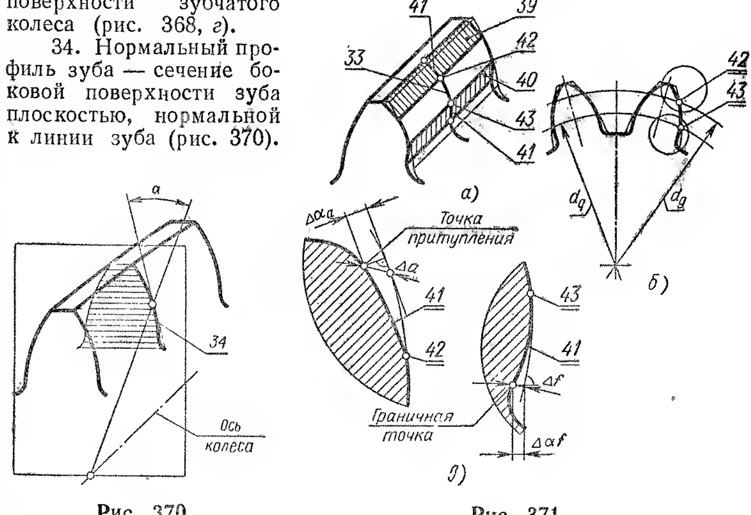


Рис. 370 Рис. 371

35. Угол профиля (α) — острый угол в выбранном сечении между касательной к профилю зуба в данной точке и линией кратчайшего расстояния по поверхности сечения от этой точки до оси колеса (рис. 370). В зависимости от выбора точки различают делительный, начальный и другие углы профиля зуба.

36. Радиус кривизны профиля зуба (ρ) — рис. 369, *б*.

37. Радиус кривизны переходной кривой зуба (ρ_f) — рис. 369, *б*.

38. Радиус кривизны линии притупления ($\rho_к$) — рис. 369, *б*.

39. Модификация головки — профильная модификация зуба, в результате которой номинальный профиль зуба начинает в заданной точке отклоняться от теоретического профиля с монотонным возрастанием отклонения по мере удаления от этой точки к вершине зуба (рис. 371, *а*).

40. Модификация ножки — профильная модификация зуба, в результате которой номинальный профиль зуба начинает в заданной точке отклоняться от теоретического профиля с монотонным возрастанием отклонения по мере удаления от этой точки к основанию зуба (рис. 371, *а*).

41. Линия модификации головки (ножки) зуба — рис. 371, *а*.

42. Начальная точка модификации головки (рис. 371, *а*).
43. Начальная точка модификации ножки (рис. 371, *а*).
44. Глубина модификации головки (Δ_a) — наибольшее расстояние до линии модификации головки зуба от его теоретического профиля по линии пересечения соосной поверхности зубчатого колеса с поверхностью, в которой лежит профиль зуба (рис. 371, *в*).
45. Глубина модификации ножки зуба (Δ_f) — рис. 371, *в*.
46. Нормальная глубина модификации головки ($\Delta_{\alpha a}$) — наибольшее расстояние до линии модификации головки зуба от теоретического профиля по нормали к нему (рис. 371, *в*).
47. Нормальная глубина модификации ножки зуба ($\Delta_{\alpha f}$) — рис. 371, *в*.
48. Диаметр зубчатого колеса (d) — диаметр концентрической окружности зубчатого колеса. Различают диаметры делительный (d), начальный (d_w), вершин зубьев (d_a), впадин (d_f) и др.
49. Диаметр окружности граничных точек (d_l) — рис. 374, *б*.
50. Диаметр окружности притупленных кромок ($d_к$) — рис. 374, *в*,
51. Диаметр окружности модификации головок (d_g) — рис. 371, *б*. 374, *в*.
52. Диаметр окружности модификации ножек (d_q) — рис. 371, *б*, 374, *в*.
53. Окружной шаг зубьев (p_t) — расстояние между одноименными профилями соседних зубьев по дуге концентрической окружности колеса. Различают делительный, начальный и другие окружные шаги (рис. 374, *б*).
54. Осевой шаг зубьев — p_x.
55. Нормальный шаг зубьев — p_n.
56. Модули зубьев: окружной (m_t), осевой (m_x), нормальный (m_n). Модули — линейные величины, в π раз меньшие соответственно окружного, осевого и нормального шага зубьев.
57. Окружная толщина зубьев (s_t) — расстояние между разноименными профилями зуба по дуге концентрической окружности (рис. 369, *а*). Различают делительную, начальную и другие окружные толщины зубьев.
58. Окружная ширина впадины зубчатого колеса (e_t).

Элементы и параметры зубчатого зацепления и передачи

59. Начальная поверхность зубчатого колеса — рис. 372, *а*.
60. Начальная окружность — каждая из взаимокасающихся концентрических окружностей зубчатых колес передачи, принадлежащих начальной поверхности данного зубчатого колеса (рис. 372, *а*).
61. Полюсная линия — линия касания начальных поверхностей зубчатых колес (рис. 372, *а*).
62. Полюс зацепления — точка или одна из точек касания начальных поверхностей зубчатых колес передачи (рис. 372, *а*).
63. Начальная контактная точка профиля зуба (рис. 372, *б*).
64. Конечная контактная точка профиля зуба (рис. 372, *б*).
65. Активная поверхность зуба — часть боковой поверхности зуба, по которой происходит взаимодействие с боковой поверхностью зуба парного зубчатого колеса (рис. 372, *в*).
66. Активный профиль зуба — часть профиля, соответствующая активной поверхности зуба (рис. 372, *в*).
67. Диаметр окружности нижних точек активных профилей (d_p) — рис. 372, *в*.

68. Диаметр окружности верхних точек активных профилей (d_h) — рис. 372, *в*.
69. Линия зацепления зубчатой передачи — траектория общей точки контакта зубьев при ее движении относительно неподвижного звена зубчатой передачи, которая при линейном контакте определяется в ее главном сечении (рис. 373, *а*).

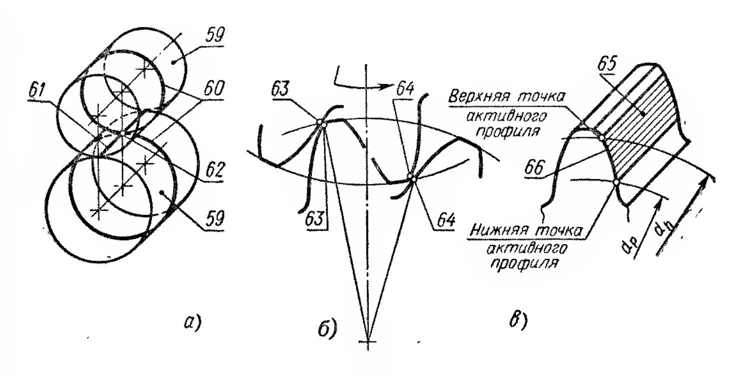


Рис. 372

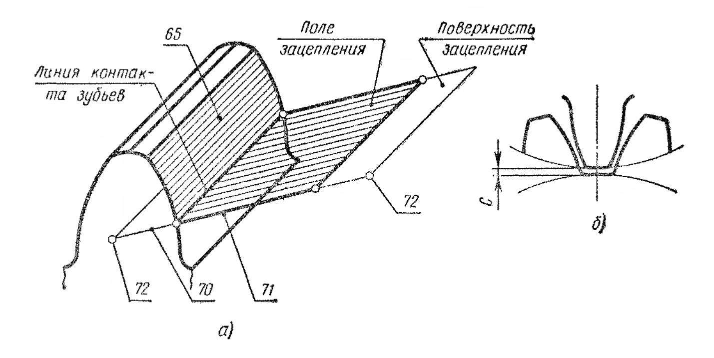


Рис. 373

70. Активная линия зацепления (рис. 373, *а*).
71. Предельная точка линии зацепления (рис. 373, *а*).
72. Окружная скорость зубчатого колеса — v.
73. Радиальный зазор зубчатой передачи (c) — расстояние между поверхностью вершин одного из колес передачи и поверхностью впадин другого зубчатого колеса (рис. 373, *б*).
74. Боковой зазор (j)—расстояние между боковыми поверхностями зубьев, определяющее свободный поворот одного из колес при неподвижном парном зубчатом колесе.

Простые индексы и правила построения сложных индексов обозначения параметров и элементов зубчатых передач

Простые индексы:

а) нормальный или относящийся к нормальному сечению — n;

б) окружной, торцовый или относящийся к торцовому сечению — t;

в) осевой или относящийся к осевому сечению — x;

г) относящийся к любой соосной поверхности или концентрической окружности — y;

д) относящийся к начальной поверхности или начальной окружности — w;

е) относящийся к делительной поверхности или делительной окружности — индекс не проставляется;

ж) относящийся к поверхности или окружности вершин и головке зуба — a;

з) относящийся к поверхности или окружности впадин и ножке зуба — f;

и) правого направления — R;

к) левого направления — L;

л) относящийся к шестерне — 1;

м) относящийся к колесу — 2;

н) относящийся к зуборезному инструменту — 0.

Правила построения сложных индексов:

1. Если обозначение параметра, приведенное в графе «Обозначение», не имеет индекса, то первой буквой при написании индекса является n, t или x, а второй буквой — y, w, a или f, например, условное обозначение угла нормального профиля зуба зубчатого колеса с косыми зубьями на любой концентрической окружности α_{ny}.

2. Если обозначение параметра, приведенное в графе «Обозначение», содержит индекс, то к этому индексу добавляют буквы в соответствии с правилом, изложенным в п. 1, кроме повторяющихся в нем букв.

Примеры обозначения:

нормальной глубины модификации нормального профиля головки зуба зубчатого колеса с косыми зубьями — $\Delta_{\alpha an}$;

начального нормального шага зубьев зубчатого колеса с косыми зубьями — p_{nw}.

3. В обозначениях параметров зубчатых колес с прямыми зубьями в индексах опускаются буквы n и t, например, обозначение начального окружного шага зубьев колеса с прямыми зубьями — p_w.

4. В обозначениях параметров зубчатых колес с отличными от прямых зубьями разрешается в индексе опускать букву t в случаях, исключающих возникновение недоразумений. Буква t в индексе сохраняется, если она входит в состав индекса обозначения, приведенного в графе «Обозначение».

Примеры обозначения:

радиуса кривизны торцового профиля зуба зубчатого колеса с косыми зубьями в точке на любой концентрической окружности — ρ_y;

начального окружного шага зубьев колеса с косыми зубьями — p_{tw}.

ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЗУБЧАТЫМ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ПЕРЕДАЧАМ С ПОСТОЯННЫМ ПЕРЕДАТОЧНЫМ ОТНОШЕНИЕМ

(ГОСТ 16531—70)

Элементы и параметры цилиндрического зубчатого колеса

1. Расчетный модуль цилиндрического зубчатого колеса (m) — делительный нормальный модуль зубьев цилиндрического колеса.

2. Ширина венца (b) — наибольшее расстояние между торцами зубьев колеса по линии, параллельной его оси (рис. 374, *а*).

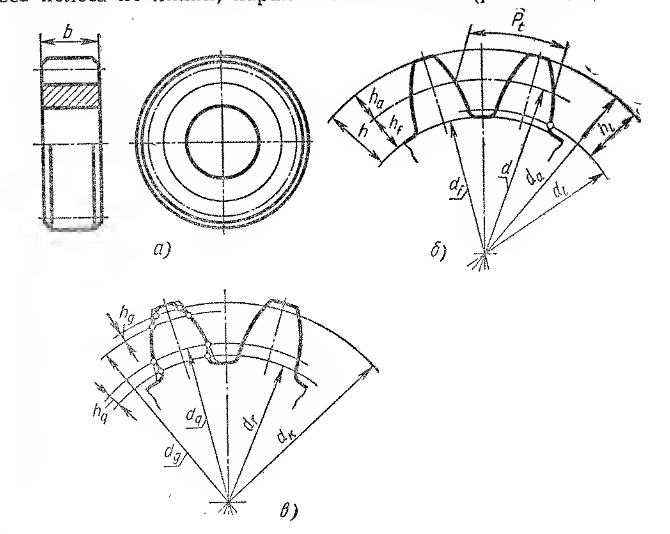


Рис. 374

3. Высота зуба (h) — расстояние между окружностями вершин зубьев и впадин цилиндрического зубчатого колеса (рис. 374, *б*).

4. Высота головки (h_a) — расстояние между делительной окружностью колеса и окружностью вершин зубьев (рис. 374, *б*).

5. Высота ножки (h_f) — расстояние между делительной окружностью колеса и окружностью впадин (рис. 374, *б*).

6. Граничная высота (h_l) — расстояние между окружностью вершин зубьев колеса и концентрической окружностью, проходящей через граничные точки профилей зубьев (рис. 374, *б*).

7. Высота модификации головки (h_g) — расстояние между концентрическими окружностями, проходящими через начальные точки линий модификации головок и точки притупления продольных кромок зубьев (рис. 374, *в*).

8. Высота модификации ножки (h_q) — рис. 374, *в*.

Параметры цилиндрической зубчатой передачи

9. Глубина захода зубьев (h_d) — длина отрезка межосевой линии цилиндрической зубчатой передачи, заключенного между окружностями вершин зубьев шестерни и колеса (рис. 375, *а*).

Рис. 375

Рис. 376

Рис. 377

10. Рабочая ширина венца (b_w) — общая часть ширины венцов зубчатых колес цилиндрической передачи, в пределах которой глубина захода зубьев постоянная (рис. 375, *а*).

11. Высота начальной головки (h_{wa}) — расстояние между окружностью вершин зубьев и начальной окружностью (рис. 376).

12. Высота начальной ножки (h_{wf}) — расстояние между начальной окружностью и окружностью впадин колеса (рис. 376).

13. Делительное межосевое расстояние (a) — межосевое расстояние цилиндрической передачи, равное полусумме делительных диаметров зубчатых колес при внешнем зацеплении или полуразности при внутреннем зацеплении.

14. Воспринимаемое смещение — разность межосевого расстояния передачи со смещением и ее делительного межосевого расстояния.

15. Коэффициент воспринимаемого смещения (y) — отношение воспринимаемого смещения к расчетному модулю колеса (рис. 377, *а*).

16. Сумма смещений — сумма смещений исходного контура у шестерни и колеса цилиндрической передачи внешнего зацепления.

17. Коэффициент суммы смещений (x_Σ) — отношение суммы смещений к расчетному модулю зубчатого колеса.

Эвольвентные цилиндрические зубчатые передачи

18. Эвольвентная передача — цилиндрическая зубчатая передача с эвольвентным зацеплением.

19. Основная окружность — окружность, развертка которой является теоретическим торцовым профилем зуба эвольвентного колеса (рис. 377, *б*).

20. Основной диаметр (d_b) — диаметр основной окружности эвольвентного зубчатого колеса (рис. 377, *б*, 378).

21. Эвольвентный угол ($\operatorname{inv} \alpha$) — угол между радиусами-векторами, проведенными из центра окружности эвольвентного колеса, соответственно в предельную, принадлежащую основной окружности, и рассматриваемую точки торцового профиля зуба (рис. 377, *б*).

22. Угол развернутости эвольвенты (ν) — рис. 377, *б*.

23. Основной окружной шаг (p_{bt}) — окружной шаг эвольвентного зубчатого колеса по основной окружности.

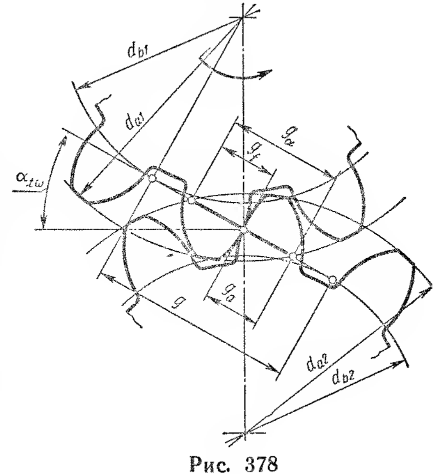


Рис. 378

24. Основной модуль (m_{bt}) — линейная величина, в π раз меньшая основного окружного шага зубьев эвольвентного колеса.

25. Основная окружная толщина зуба (s_{bt}) — окружная толщина зуба эвольвентного колеса по его основной окружности.

26. Основная окружная ширина впадины (e_{bt}).

27. Постоянная хорда зуба ($\bar{s}_c$) — отрезок прямой, соединяющий две точки разноименных эвольвентных боковых поверхностей зуба, принадлежащие одной цилиндрической соосной поверхности и нормалям, проведенным к ним из одной точки делительной поверхности (см. рис. 375, *б*).

28. Постоянная хорда впадины ($\bar{e}_c$) — рис. 375, *б*.

29. Высота до постоянной хорды ($\bar{h}_c$) — кратчайшее расстояние от вершины зуба до средней точки постоянной хорды (рис. 375, *б*).

30. Угол зацепления ($\alpha_{t\omega}$) — острый угол в главном сечении эвольвентной цилиндрической передачи между линией зацепления и прямой, перпендикулярной к межосевой линии (рис. 378).

31. Длина линии зацепления (g) — рис. 378.

32. Длина активной линии зацепления (g_α) — рис. 378.

33. Длина дополюсной части активной линии зацепления (g_f) — рис. 378.

34. Длина заполюсной части активной линии зацепления (g_a) — рис. 378.

Расчет геометрии эвольвентных зубчатых цилиндрических передач внешнего зацепления (ГОСТ 16532—70)

Стандарт устанавливает метод расчета геометрических параметров зубчатой передачи и зубчатых колес, приводимых на рабочих чертежах в соответствии с ГОСТом 2.403—68. Расчет определяет номинальные размеры передачи и колес (без допусков). Индекс «1» относится к шестерне, индекс — «2» — к колесу; если индекс отсутствует, то имеется в виду любое зубчатое колесо передачи. При отсутствии дополнительных указаний везде, где упоминается профиль зуба, имеется в виду главный торцовый профиль зуба, являющийся эвольвентой основной окружности диаметра d_b.

Для прямозубых цилиндрических передач ($\beta = 0°$) при отсутствии модификации зубьев, т. е. при $x_\Sigma = 0$; $y = 0$; $\Delta y = 0$, получают упрощенные формулы для расчета зубчатых колес (табл. 33).

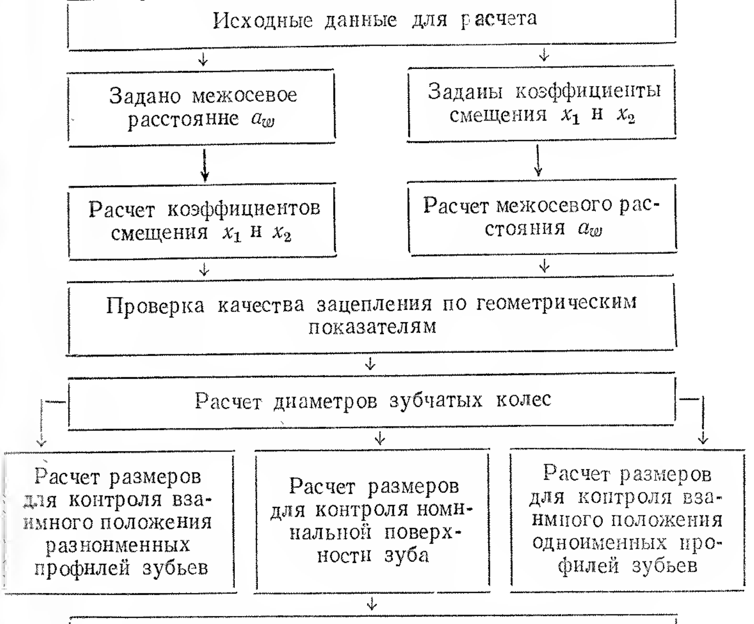
При выполнении эскиза и рабочего чертежа цилиндрического зубчатого колеса с натуры (немодифицированного, с прямыми зубьями) рекомендуется следующий порядок исполнения: а) подсчитывают число зубьев z и измеряют диаметр окружности вершин d_a; б) по формуле $m = \dfrac{d_a}{z+2}$ определяют значение модуля и сверяют его со стандартными значениями по ГОСТу 9563—60 (см. табл. 34). Если вследствие неточности измерений получено нестандартное значение, то для расчета принимают ближайшее стандартное значение модуля и по приведенным выше формулам рассчитывают все геометрические параметры зубчатого колеса.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

Конструктивные элементы зубчатых колес, т. е. ширина венца, толщина диска, длина и диаметр ступицы колеса и пр. зависят от назначения и условий эксплуатации передачи, передаваемой мощности, окружной скорости и других факторов и определяются расчетом на прочность конструктивными и другими соображениями.

Таблица 30

Принципиальная схема расчета геометрии цилиндрических колес



Расчет геометрических параметров

Таблица 31

Исходные данные для расчета

Параметр		Обозначение
Число зубьев	шестерни	z_1
	колеса	z_2
Модуль		m
Угол наклона		β

Параметр		Обозначение
Нормальный исходный контур	Угол профиля	α
	Коэффициент высоты головки	h_a^*
	Коэффициент граничной высоты	h_l^*
	Коэффициент радиального зазора	c^*
	Линия модификации головки	—
	Коэффициент высоты модификации головки	h_g^*
	Коэффициент глубины модификации головки	Δ^*
Межосевое расстояние		a_w
Коэффициент смещения	у шестерни	x_1
	у колеса	x_2

Примечания: 1. Межосевое расстояние a_w входит в состав исходных данных, если его значение задано.

2. Коэффициенты смещения x_1 и x_2 входят в состав исходных данных, если значение межосевого расстояния a_w не задано.

При исходном контуре по ГОСТу 13755—68 величины x_1 и x_2 рекомендуется выбирать с учетом приложений 2 и 3 к ГОСТу 16532—70 (эти приложения в справочнике не даны).

Таблица 32

Расчет основных геометрических параметров

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Расчет коэффициентов смещения x_1 и x_2 при заданном межосевом расстоянии a_w		
Делительное межосевое расстояние	a	$a = \frac{(z_1 + z_2)\,m}{2\cos\beta}$

Параметр		Обозначение	Расчетная формула	
Угол профиля		α_t	$\operatorname{tg}\alpha_t = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\cos\beta}$	При $\alpha = 20°$ (включая исходные контуры по ГОСТу 13755—68 и ГОСТу 9587—68) упрощенный расчет x_Σ, α_t и угла зацепления прямозубой передачи α_ω приведен в табл. 1 приложения 1 (ГОСТ 16532—70)
Угол зацепления		$\alpha_{t\omega}$	$\cos\alpha_{t\omega} = \frac{a}{a_w}\cos\alpha_t$	
Коэффициент суммы смещений		x_Σ	$x_\Sigma = \frac{(z_1 + z_2)\,A}{2\operatorname{tg}\alpha}$, где $A = (\operatorname{inv}\alpha_{t\omega} - \operatorname{inv}\alpha_t)$	
Коэффициент смещения	шестерни	x_1	При исходном контуре по ГОСТу 13755—68 разбивку значения $x_\Sigma = x_1 + x_2$ на составляющие x_1 и x_2 рекомендуется производить с учетом приложений 2 и 3 (ГОСТ 16532—70)	
	колеса	x_2		
Расчет межосевого расстояния a_w при заданных коэффициентах смещения x_1 и x_2				
Коэффициент суммы смещений		x_Σ	$x_\Sigma = x_1 + x_2$	
Угол профиля		α_t	$\operatorname{tg}\alpha_t = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\cos\alpha}$	При $\alpha = 20°$ (включая исходные контуры по ГОСТу 13755—68 и ГОСТу 9587—68) упрощенный расчет a_w, α_t и угла зацепления прямозубой передачи α_ω приведен в табл. 1 приложения 1 (ГОСТ 16532—70)
Угол зацепления		$\alpha_{t\omega}$	$\operatorname{inv}\alpha_{t\omega} = \frac{2x_\Sigma\operatorname{tg}\alpha}{z_1 + z_2} + \operatorname{inv}\alpha_t$	
Межосевое расстояние		a_w	$a_w = \frac{(z_1 + z_2)\,m}{2\cos\beta} \times \frac{\cos\alpha_t}{\cos\alpha_{t\omega}}$	

Продолжение табл. 32

Параметр		Обозначение	Расчетная формула
Расчет диаметров зубчатых колес			
Делительный диаметр	шестерни	d_1	$d_1 = \frac{z_1 m}{\cos\beta}$
	колеса	d_2	$d_2 = \frac{z_2 m}{\cos\beta}$
Передаточное число		u	$u = \frac{z_2}{z_1}$
Начальный диаметр	шестерни	d_{w1}	$d_{w1} = \frac{2a_w}{u+1}$
	колеса	d_{w2}	$d_{w2} = \frac{2a_w u}{u+1}$
Коэффициент воспринимаемого смещения		y	$y = \frac{a_w - a}{m}$
Коэффициент уравнительного смещения		Δy	$\Delta y = x_\Sigma - y$
Диаметр вершин зубьев	шестерни	d_{a1}	$d_{a1} = d_1 + 2(h_a^* + x_1 - \Delta y)\, m$
	колеса	d_{a2}	$d_{a2} = d_2 + 2(h_a^* + x_2 - \Delta y)\, m$
Диаметр впадин	шестерни	d_{f1}	$d_{f1} = d_1 - 2(h_a^* + c^* - x_1)\, m$
	колеса	d_{f2}	$d_{f2} = d_2 - 2(h_a^* + c^* - x_2)\, m$
Размеры d_{f1} и d_{f2} являются справочными.			

Таблица 33

Расчет основных геометрических параметров цилиндрической зубчатой передачи
(при $\beta = 0°$; $x_\Sigma = 0$; $y = 0$; $\Delta y = 0$)

Параметр		Обозначения	Расчетная формула
Делительное межосевое расстояние		a	$a = \frac{(z_1 + z_2)\, m}{2}$
Межосевое расстояние		a_w	$a_w = a$
Делительный диаметр	шестерни	d_1	$d_1 = z_1 m$
	колеса	d_2	$d_2 = z_2 m$
Передаточное число		u	$u = \frac{z_2}{z_1}$
Начальный диаметр	шестерни	d_{w1}	$d_{w1} = d_1 = z_1 m$
	колеса	d_{w2}	$d_{w2} = d_2 = z_2 m$
Диаметр вершин зубьев	шестерни	d_{a1}	$d_{a1} = m(z_1 + 2)$
	колеса	d_{a2}	$d_{a2} = m(z_2 + 2)$
Диаметр впадин зубьев	шестерни	d_{f1}	$d_{f1} = m(z_1 - 2{,}5)$
	колеса	d_{f2}	$d_{f2} = m(z_2 - 2{,}5)$
Коэффициент радиального зазора		c^*	$c^* = 0{,}25m$
Диаметр основной окружности	шестерни	d_{b1}	$d_{b1} = d_1 \cos\alpha$
	колеса	d_{b2}	$d_{b2} = d_2 \cos\alpha$
Высота делительной ножки зуба		h_f	$h_f = m$
Высота делительной головки зуба		h_a	$h_a = 1{,}25m$
Высота зуба		h	$h = 2{,}25m$
Окружной шаг зубьев		p_t	$p_t = \pi m$

Таблица 34

Модули зубчатых колес по ГОСТу 9563—60

в мм

1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд
0,05		0,6		8	
	0,055		0,7		9
0,06		0,8		10	
	0,07		0,9		11
0,08		1		12	
	0,09		1,125		14
0,1		1,25		16	
	0,11		1,375		18
0,12		1,5		20	
	0,14		1,75		22
0,15		2		25	
	0,18		2,25		28
0,2		2,5		32	
	0,22		2,75		36
0,25		3		40	
	0,28		3,5		45
0,3		4		50	
	0,35		4,5		55
0,4		5		60	
	0,45		5,5		70
0,5		6		80	
	0,55		7		90
				100	

Примечания: 1. При назначении величин модулей первый ряд следует предпочитать второму.

2. Допускается применение модулей 3,25; 3,75; 4,25 для автомобильной и 0,5 мм для тракторной промышленности.

Для типовых конструкций зубчатых колес при их предварительном расчете либо при расчете для выполнения учебных заданий (в техникумах и втузах) в табл. 35 рекомендуются следующие соотношения конструктивных размеров (на рис. 379 изображено штампованное цилиндрическое зубчатое колесо).

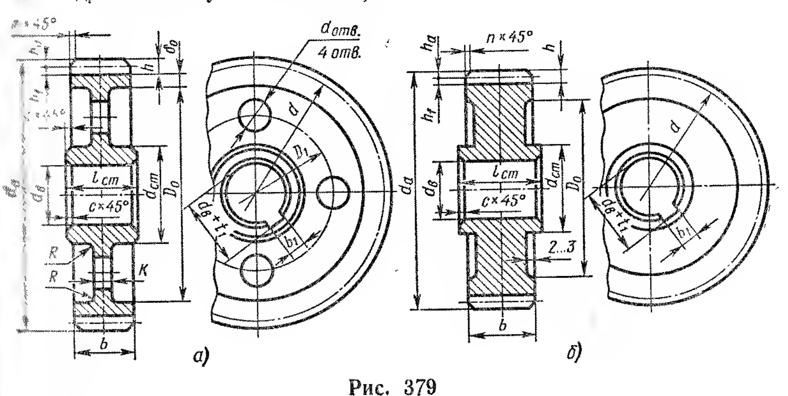


Рис. 379

Таблица 35

Конструктивные параметры цилиндрического зубчатого колеса

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Ширина венца зубчатого колеса	b	$b = (8 \div 10)\ m$
Внутренний диаметр обода	D_0	$D_0 = d_a - 10m$
Толщина обода	δ_0	$\delta_0 = (2 \div 3)\ m$ — для литых колес $\delta_0 = (2{,}5 \div 4)\ m$ — для штампованных колес
Толщина диска зубчатого колеса	K	$K = 0{,}3b$ При $d_a < 100 \div 120$ мм принимают $K = b$
Длина ступицы	$l_{ст}$	$l_{ст} = (1{,}3 \div 1{,}8)\ d_в$ — для литых чугунных колес; $l_{ст} = (1{,}2 \div 1{,}5)\ d_в$ — для стальных колес

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Наружный диаметр ступицы	$d_{ст}$	$d_{ст} = (1{,}6 \div 2)\ d_в$ — для чугунных колес; $d_{ст} = (1{,}5 \div 1{,}7)\ d_в$ — для стальных колес
Диаметр расположения технологических (облегчающих) отверстий в дисках колес	D_1	$D_1 \approx 0{,}5\ (D_0 + d_{ст})$
Диаметр технологических (облегчающих) отверстий	$d_{отв}$	$d_{отв} \approx 0{,}25\ (D_0 - d_{ст})$
Размеры шпоночного паза в ступице колеса	b_1 $d_в + t_1$	Размеры паза b_1 и $d_в + t_1$ по ГОСТу 8788—68, допуски — по ГОСТу 7227—58
Размеры фасок на окружности вершин колеса	n	$n = 0{,}5m \times 45°$
Размеры фасок в отверстии ступицы колеса	c	$c = (1{,}5 \div 2) \times 45°$
Шероховатость отверстия в ступице колеса	—	$\nabla 5 - \nabla 7$
Шероховатость рабочих поверхностей зубьев	—	$\nabla 6 - \nabla 8$ в зависимости от степени точности передачи
Неуказанные радиусы скруглений переходов	R	$R = 3 \div 5$ мм

Примечание. Найденные конструктивные размеры элементов колеса рекомендуется округлить в соответствии с рядом линейных размеров по ГОСТу 6636—69.

УСЛОВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС, РЕЕК, ЧЕРВЯКОВ И ЗВЕЗДОЧЕК ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ (по ГОСТу 2.402—68)

На чертежах зубчатые колеса, червяки, рейки и звездочки изображаются условно в соответствии с ГОСТом 2.402—68.

На рис. 380, *а*, *б* показано условное изображение цилиндрического зубчатого колеса с наружными зубьями, на рис. 380, *в* — с внутрен-

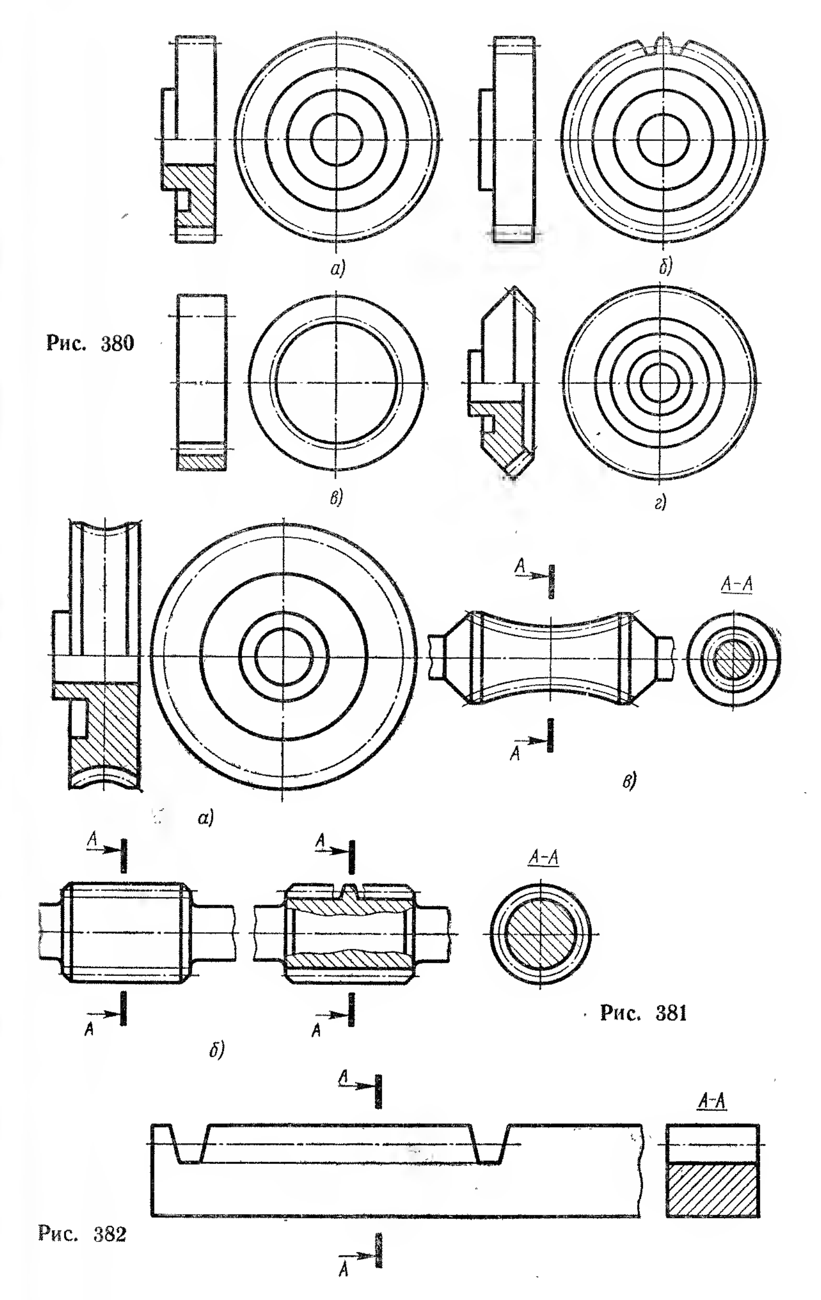


Рис. 380

Рис. 381

Рис. 382

Рис. 383

а) б) в) г)

Рис. 384

Рис. 385

Рис. 386

$\Sigma = 90°$
ω_1
ω_2

а) б)

Рис. 387

ω_2
$\Sigma \neq 90°$
ω_1

Рис. 388

а) б)

Рис. 389

а) б)

Рис. 390

*

ними, на рис. 380, *г* — коническое зубчатое колесо, на рис. 381, *а* — червячное. На рис. 381, *б* изображен цилиндрический червяк без разреза и с местным разрезом вдоль оси. На виде слева червяк выполнен в разрезе плоскостью *А—А*. На рис. 381, *в* изображен глобоидный червяк. На рис. 382 изображена зубчатая рейка, а на рис. 383 — звездочка цепной передачи.

На рис. 384, *б — г*, 385 условно изображены зубчатые передачи различных видов.

На рис. 384 изображено внешнее зацепление цилиндрическими зубчатыми колесами, а на рис. 385 — внутреннее зацепление. Реечное зацепление изображено на рис. 386, причем изображение выполнено в трех видах и в разрезе.

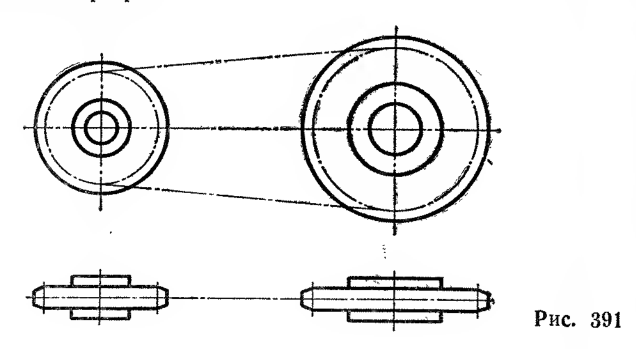


Рис. 391

На рис. 387 изображена ортогональная зубчатая передача, межосевой угол которой равен 90°, а на рис. 388 — неортогональная зубчатая передача с межосевым углом Σ, отличным от 90°. На рис. 389, *а* изображена винтовая зубчатая передача, а на рис. 389, *б* — гипоидная зубчатая передача первого рода. На рис. 390, *а* показана червячная передача с цилиндрическим червяком, а на рис. 390, *б* — спироидная передача. Цепная передача изображена на рис. 391.

Основные правила условного изображения зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач

1. Зубья зубчатых колес, звездочек, витки червяков изображают только в осевых разрезах и сечениях (рис. 380), зубья реек — в поперечных разрезах. В остальных случаях зубья и витки не вычерчивают и ограничивают изображаемые детали поверхностями вершин (рис. 380—383). В случае необходимости профиль зуба или витка изображают на выносном элементе или на ограниченном участке детали (рис. 380, *б*, 381, *б*).

2. Окружности и образующие поверхностей вершин зубьев и витков изображают сплошными основными линиями, в том числе и в зоне зацепления колес (рис. 380—386).

3. На чертежах зубчатых колес, червяков, звездочек, реек показывают делительные окружности, делительные линии и поверхности, окружности больших оснований делительных конусов, а на сборочных чертежах зубчатых и червячных передач — начальные окружности, начальные линии, окружности оснований начальных конусов. Все эти окружности и линии выполняют тонкими штрих-пунктирными линиями (рис. 380—383).

4. Окружности и образующие поверхностей впадин зубьев и витков изображают в разрезах и сечениях сплошными основными линиями. На видах цилиндрических колес, червяков, реек, звездочек допускается изображать окружности и образующие поверхностей впадин тонкими сплошными линиями (рис. 380, б, 381, *б*, 382).

5. В разрезах и сечениях зубчатых колес и звездочек секущими плоскостями, проходящими через ось колеса или звездочки, а также на поперечных разрезах и сечениях реек и червяков зубья и витки условно совмещаются с плоскостью чертежа и показываются нерассеченными независимо от угла наклона линии зуба и угла подъема витка (рис. 380—383).

6. Если секущая плоскость проходит перпендикулярно к оси зубчатого колеса или звездочки либо вдоль червяка или рейки, то их, как правило, изображают нерассеченными. В случае необходимости применяют местный разрез (рис. 381, *б*).

7. В разрезе зубчатой передачи в зоне зацепления зуб ведущего колеса показывают расположенным перед зубом сопрягаемого колеса (рис. 384, *а*, 385). При выполнении разреза червячной передачи виток червяка показывают расположенным перед зубом колеса (рис. 390, *а*). В реечном зацеплении зуб колеса располагают перед зубом рейки (рис. 386).

8. Если необходимо показать направление зубьев колеса или витков червяка, то на изображении их поверхностей вблизи оси наносят три тонкие сплошные линии с соответствующим наклоном (рис. 384, 386).

9. При изображении неортогональной конической передачи (рис. 388) наклонное колесо на виде слева изображается окружностью большего основания начального конуса, совмещенного с плоскостью чертежа, а на виде сверху — треугольником, вершина и основание которого получаются проецированием вершины и диаметра большего основания начального конуса.

10. При изображении цепных передач цепь показывают тонкой штрих-пунктирной линией, соединяющей делительные окружности звездочек (рис. 391).

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС (по ГОСТу 2.403—68)

На рис. 392 изображен рабочий чертеж цилиндрического зубчатого колеса с прямыми зубьями, а на рис. 393 — с косыми зубьями.

На изображении цилиндрического зубчатого колеса указывают:

а) диаметр вершин зубьев (d_a) и, при необходимости, предельное значение радиального биения поверхности вершин;

б) ширину венца (b) и, при необходимости, предельное значение биения поверхности торца;

в) размеры фасок или радиусы закругления на торцовых кромках поверхности вершин зубьев;

г) размеры фасок или радиусы закруглений на кромках головок и торцов зубьев;

д) шероховатость боковой поверхности зубьев, поверхностей вершин и впадин;

е) рабочий профиль зуба — при необходимости.

Кроме того, указывают все конструктивные размеры элементов колеса.

На рабочем чертеже колеса в правом верхнем углу помещают таблицу параметров. Размеры, определяющие расположение таблицы на чертеже, и размеры ее граф приведены на рис. 394. Таблица параметров состоит из трех частей, которые отделяют друг от друга сплош-

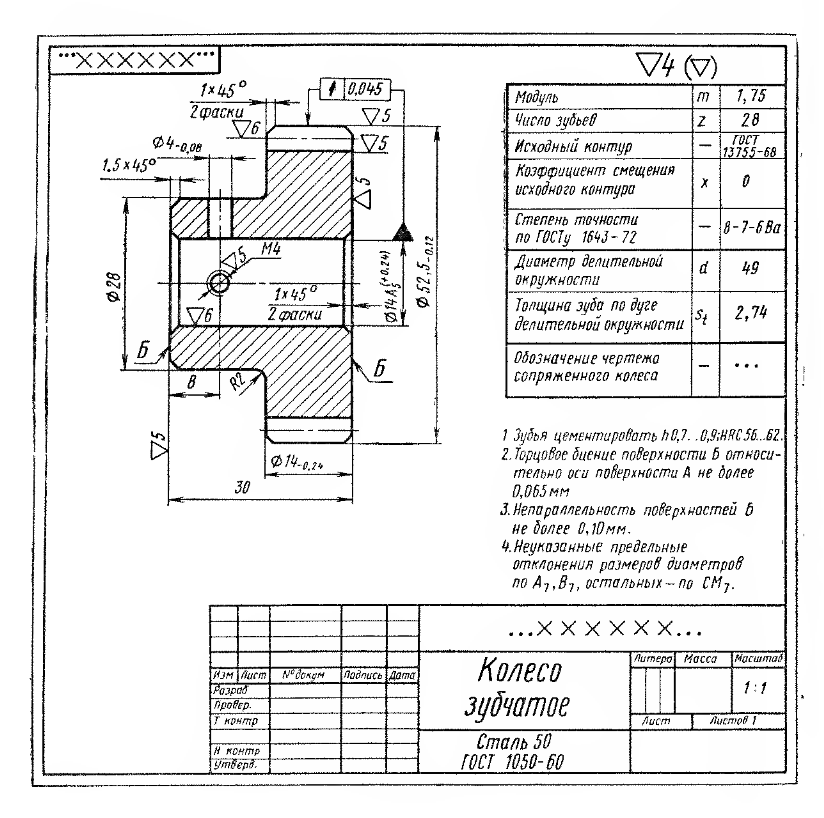


Рис. 392

ными основными линиями. В первой части таблицы приведены основные данные (для изготовления), во второй — данные для контроля и в третьей — справочные данные.

В первой части таблицы указывают:

а) для колес с прямыми зубьями — модуль m, а с косыми зубьями — нормальный модуль m_n или окружной модуль m_t;

б) число зубьев z, для зубчатых секторов — число зубьев на полной окружности;

в) угол наклона линии зуба β для косых и шевронных зубьев;

г) направление наклона зуба: «Правое», «Левое» или «Шевронное» (для колес с прямыми зубьями пункты «в» и «г» исключают из таблицы);

д) параметры исходного контура; стандартизованный исходный контур указывают ссылкой на соответствующий стандарт (ГОСТ 13755—68 или ГОСТ 9587—68). Если контур нестандартизованный, то в таблице указывают угол профиля α, коэффициент высоты головки h_a^*,

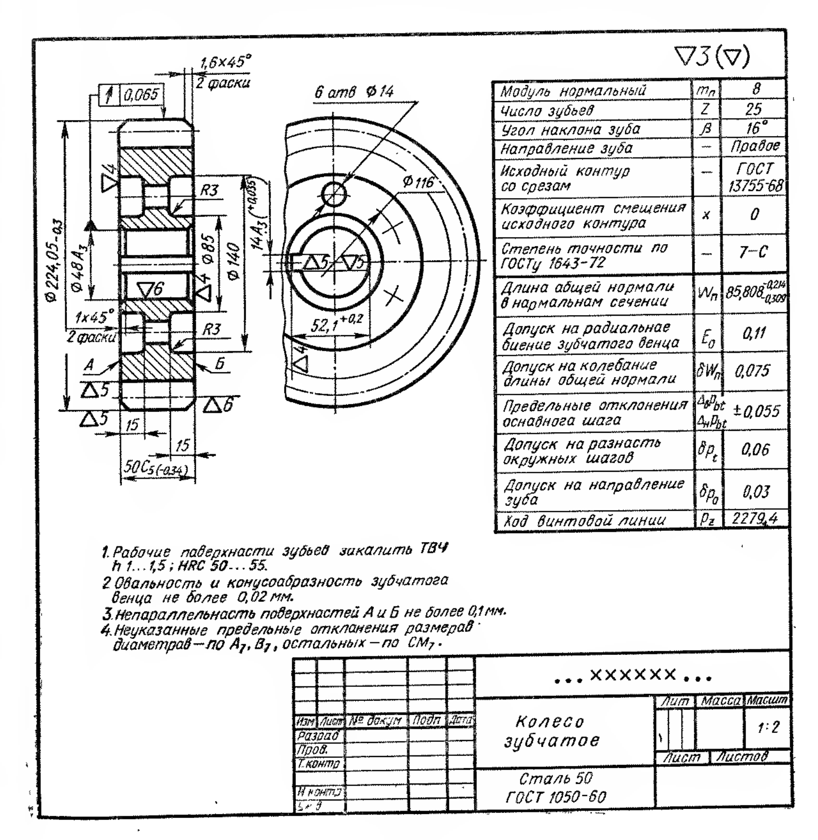


Рис. 393

коэффициент радиального зазора c^* и радиус кривизны переходной кривой зуба ρ_f.

Пояснения. Под исходным контуром подразумевается контур зубьев исходной зубчатой рейки в сечении плоскостью, перпендикулярной к ее делительной плоскости. Рейка определяет форму и номинальные размеры зубьев нарезаемых в результате обкатки колес. Основные параметры исходного контура (рис. 395): угол профиля $\alpha = 20°$; глубина захода $h_d = 2m$; профиль в пределах глубины захода — прямолинейный; толщина зуба по средней линии равна ши-

рине впадины; радиальный зазор $c = 0{,}25\ m$; радиус кривизны у основания зуба $\rho_f = 0{,}40m$.

е) коэффициент смещения исходного контура x. Графу заполняют в том случае, если произведена профильная модификация зубьев и номинальная толщина зуба по дуге делительной окружности будет больше или меньше половины окружного шага, т. е. $s \neq \frac{p_t}{2}$ (рис. 395).

Модифицированное зубчатое колесо окружности диаметра d в движении относительно рейки катится не по средней линии q—q, а по параллельной ей линии q'—q' или q''—q'' (см. рис. 395). В результате получают бо́льшую или меньшую толщину зуба по сравнению с теоретической. Расстояние между линиями q—q и q'—q' или q''—q'' с соответствующим знаком ± называется смещением исходного контура. Отношение величины смещения исходного контура к модулю m называется коэффициентом смещения и обозначается x. Величина смещения исходного контура равна произведению xm.

Модуль	m	(1)
Число зубьев	z	(2)
Угол наклона зуба	β	(3)
Направление зуба	—	(4)
Исходный контур	—	(5)
Коэффициент смещения исходного контура	x	(6)
Степень точности по ГОСТу 1643-72	—	(7)
Диаметр делительной окружности	d	
Толщина зуба по дуге делительной окружности	s_t	
Обозначение чертежа сопряженного колеса	—	...

5; 20; 7 min; 10; 35; 5; 110

Рис. 394

Если зубья немодифицированы, то в графе «Коэффициент смещения исходного контура» ставят знак «0» (рис. 392);

ж) указывают степень точности и вид сопряжения по соответствующему стандарту (ГОСТ 1643—72). Стандарт устанавливает двенадцать степеней точности зубчатых колес, которые обозначаются в порядке убывания точности 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и 12. Для каждой степени стандарт устанавливает нормы точности: кинематической точности колеса; плавности работы колеса; контакта зубьев. Допускается комбинирование норм кинематической точности, норм плавности работы и норм контакта зубьев зубчатых колес и передач разных степеней точности.

Независимо от степени точности зубчатых колес и передач устанавливаются шесть видов сопряжений зубчатых колес в передаче: A, B, C, D, E и H и восемь видов допуска на боковой зазор, обозначаемые в порядке его возрастания: h, d, c, b, a, z, y, x.

Для каждого вида сопряжения стандарт предусматривает определенный диапазон степеней кинематической точности, например: для сопряжения вида A от 3 до 12 степени, для сопряжения вида B — от 3 до 10 степени, для сопряжения вида C — от 3 до 9 степени и т. д.

При отсутствии специальных требований к партии или комплекту передач видам сопряжений H и E соответствует вид допуска на боковой зазор h, а видам сопряжений D, C, B и A — виды допуска d, c, b и a соответственно.

Точность изготовления цилиндрических зубчатых колес и передач задается степенью точности, а требования к боковому зазору — видом сопряжения по нормам бокового зазора.

Пример условного обозначения точности передачи со степенью точности 7 по всем трем нормам, видом сопряжения колес C и соответствием между видами сопряжения и допуска на боковой зазор:

7 — C ГОСТ 1643—72.

Пример условного обозначения точности передачи со степенью 8 по нормам кинематической точности, со степенью 7 по нормам плавности работы, со степенью 6 по нормам контакта зубьев, с видом сопряжения колес B и видом допуска на боковой зазор a:

8—7—6 — Ba ГОСТ 1643—72.

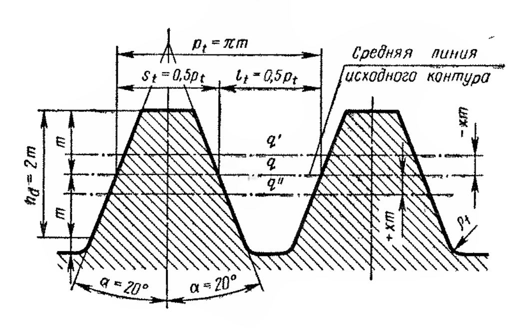


Рис. 395

Степени точности и вид сопряжения не указывают, если на данное зубчатое колесо не распространяются действующие стандарты на допуски и в таблице параметров приведены нестандартные предельные отклонения.

Во второй части таблицы параметров приводят данные для контроля толщины зуба и указывают нормы точности изготовления зубьев.

Контроль толщины зуба можно осуществить одним из следующих методов:

1. Указывают размер толщины зуба по хорде делительной окружности ($\bar{s}$) и высоту хорды ($\bar{h}_a$) — рис. 396, *а*. Высота до хорды — это кратчайшее расстояние от вершины зуба до средней точки толщины по хорде. При проектировании данные $\bar{s}$ и $\bar{h}_a$ рассчитывают по формулам, приведенным в табл. 3 ГОСТа 16532—70, или определяют из специальных таблиц. Размер толщины по хорде указывают с предельными отклонениями.

Пример записи указанных параметров в таблице.

Толщина по хорде	$\bar{s}$	$2{,}36^{-0{,}115}_{-0{,}170}$
Высота до хорды	$\bar{h}_a$	1,52

2. Указывают длину постоянной хорды ($\bar{s}_c$) и высоту до постоянной хорды ($\bar{h}_c$) — рис. 375, *б*. Постоянная хорда — это отрезок прямой, соединяющий две точки разноименных эвольвентных боковых поверх-

ностей зуба, принадлежащих одной цилиндрической соосной поверхности и нормалям, проведенным к ним из одной точки делительной поверхности.

Высота до постоянной хорды — кратчайшее расстояние от вершины зуба до средней точки постоянной хорды.

Расчет величин $\bar{s}_c$ и $\bar{h}_c$ производят по формулам (ГОСТ 16532—70)

$$\bar{s}_c = \left(\frac{\pi}{2}\cos^2\alpha + x\sin 2\alpha\right)m;\ \bar{h}_c = 0{,}5\,(d_a - d - \bar{s}_c\,\mathrm{tg}\,\alpha).$$

Если коэффициент смещения $x = 0$, то

$$\bar{s}_c = \frac{\pi}{2}\cos^2\alpha m.$$

При угле $\alpha = 20°$ и $x = 0$

$$\bar{s}_c = 1{,}3870m;\ \bar{h}_c = 0{,}7476m.$$

Значения постоянной хорды и расстояния ее от делительной окружности, выраженные в долях модуля, для $\alpha = 20°$ даны в табл. 4 ГОСТа 16532—70.

Рассмотрим пример. Дано немодифицированное прямозубое колесо внешнего зацепления со степенью точности 7, вид сопряжения X (ГОСТ 1643—72) с размерами: $m = 12$ мм, $z = 60$, $\alpha = 20°$, $d = 720$ мм, $h_a = m$.

На основании приведенных выше формул или пользуясь таблицей, находим $\bar{s}_c = 16{,}64$ мм и $\bar{h}_c = 8{,}97$ мм.

По таблицам ГОСТа 1643—72 находим отклонения на размер $\bar{s}_c$: $\Delta\bar{s}_c = -0{,}28$ мм и $\delta\bar{s}_c = -0{,}065$ мм.

В таблице параметров проставляют

$$\bar{s}_{c\,(\Delta\bar{s}_c+\delta\bar{s}_c)}^{\ \Delta\bar{s}_c} = 16{,}64^{-0{,}28}_{-0{,}345};\bar{h}_c = 8{,}97\ \text{мм}.$$

3. Указывают номинальный размер длины общей нормали W с предельными отклонениями (рис. 396, *б*). Длина общей нормали — это расстояние между разноименными боковыми поверхностями зубьев цилиндрического колеса по общей нормали к этим поверхностям. На рис. 396, б показано измерение длины общей нормали по двум и трем зубьям. Для зубчатых колес с косыми зубьями длина общей нормали определяется в нормальном сечении (W_n).

По ГОСТу 16532—70 длина общей нормали для немодифицированных прямозубых колес определяется по формуле

$$W = W_т^* m,$$

где $W_т^*$ — часть длины общей нормали, выраженная в долях модуля.

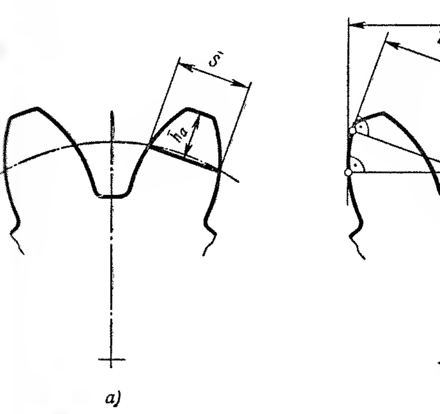
Значения $W_т^*$ определяют по табл. 6 ГОСТа 16532—70 в зависимости от числа зубьев колеса z и коэффициента смещения x. В таблице указано и значение числа зубьев в длине общей нормали (z_n).

Для колес с модифицированными зубьями длина общей нормали определяется по формуле

$$W = \left(W_т^* + W_x^*\right)m,$$

где $W_т^* = 0{,}6840x$.

На рабочем чертеже проставляют номинальный размер длины общей нормали с предельными отклонениями (со знаком «минус») $W^{\Delta W}_{(\Delta W+\delta W)}$. Значения величин ΔW и δW вычисляют по ГОСТу 1643—72 в зависимости от выбранной степени точности зубчатого колеса.



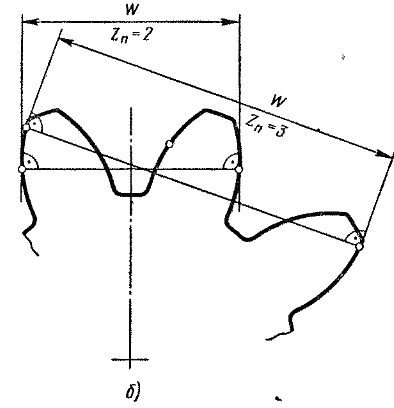


Рис. 396

Пример. Дано немодифицированное цилиндрическое прямозубое колесо со степенью точности 8, вид сопряжения B (ГОСТ 1643—72) с размерами: $m = 4$ мм, $z = 20$, $\alpha = 20°$, $h_a^* = 1$, $d = mz = 4 \cdot 20 = 80$ мм. Из табл. 6 находим $W_т^* = 7{,}66$, $z_n = 3$.

Тогда

$$W = W_т^* m = 7{,}66 \cdot 4 = 30{,}64\ \text{мм}.$$

По таблицам ГОСТа 1643—72 находим $\Delta W = -0{,}115$ мм; $\delta W = -0{,}07$ мм.

На рабочем чертеже проставляем размер

$$W^{\Delta W}_{(\Delta W+\delta W)} = 30{,}64^{-0{,}11}_{-0{,}18}.$$

Пример записи длины общей нормали в таблице параметров:

Длина общей нормали	W	$30{,}64^{-0{,}11}_{-0{,}18}$

4. Указывают размер по роликам M с предельными отклонениями и диаметр D измерительных роликов (рис. 397).

Размер по роликам — это расстояние между выступающими в радиальном направлении за пределы вершин зубьев поверхностями двух

цилиндрических роликов (шариков), опирающихся на боковые поверхности зубьев. В торцовом сечении оси симметрии впадин, в которых лежат ролики (шарики), составляют углы, равные 180° и $180°\left(1+\frac{1}{z}\right)$, соответственно при четном и нечетном числе зубьев.

Расчет размера по роликам M выполняют по формулам, приведенным в табл. 3 ГОСТа 16532—70.

Пример записи в таблице параметров:

Размер по роликам	M	$73{,}806_{-0,133}^{-0,075}$
Диаметр ролика	D	1,344

5. Указывают значения верхнего $\Delta_{в}a$ и нижнего $\Delta_{н}a$ предельных отклонений для межосевого расстояния a и наименьшее смещение исходного контура $\Delta_{x}h$.

Пример записи этих параметров:

Предельные отклонения межосевого расстояния	$\Delta_{в}a$ $\Delta_{н}a$	+0,028 —0,105
Наименьшее смещение исходного контура	$\Delta_{x}h$	0,19

Нормы контроля точности изготовления зубьев указывают в следующей последовательности: 1) нормы кинематической точности; 2) нормы плавности работы зубьев; 3) нормы контакта зубьев.

Допускается вместо указания в таблице параметров данных по нормам точности приводить в технических требованиях ссылку на отраслевой стандарт, однозначно устанавливающий эти данные, записью по типу: «Данные для контроля по нормам точности — по ОСТ . . .»

Для зубчатых передач 7-й степени точности и грубее допускается во второй части таблицы данные для контроля не помещать; при этом в технических требованиях указывают: «Данные для контроля — по нормам точности, принятым заводом-изготовителем».

Рис. 397

В третьей части таблицы параметров даются справочные данные. При отсутствии на чертеже данных для контроля по нормам точности в таблице параметров указывают диаметр делительной окружности d и толщину зуба s_t по дуге делительной окружности. Для колес, зубья которых обрабатывают долбяком, указывают обозначение сопряженного колеса и приводят другие справочные данные.

На рис. 392 дан пример сравнительно простого оформления таблицы параметров для рабочего чертежа цилиндрического колеса.

КОНИЧЕСКАЯ ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА

Коническая передача служит для передачи вращения между валами, оси которых пересекаются под прямым углом (ортогональная передача) или под углом, отличным от прямого (неортогональная передача).

Конические колеса выполняют с прямыми (рис. 363, *д*), тангенциальными (рис. 363, *к*), криволинейными (рис. 363, *е*) и круговыми зубьями. Криволинейные зубья могут иметь эвольвентную и циклоидальную форму зубьев на развертке теоретической линии зуба.

Соответственно форме зубьев различают коническую зубчатую передачу с прямыми зубьями, тангенциальными зубьями, криволинейными и т. д.

Рис. 398

Кроме понятий и определений, приведенных выше в ГОСТе 16530—70, для конических зубчатых колес и передач есть ряд специфических понятий, терминов и обозначений. Рассмотрим их. (Определения и обозначения даны по проекту стандарта «Передачи зубчатые, конические. Термины, определения и обозначения»).

1. Делительный конус — делительная поверхность конического зубчатого колеса (рис. 398).

2. Угол делительного конуса (δ) — угол между осью колеса и образующей его делительного конуса (рис. 398).

3. Однотипный соосный конус — однотипная соосная поверхность конического зубчатого колеса. Различают начальный конус, конус вершин, конус впадин и другие однотипные соосные конусы, являющиеся соответственно начальной поверхностью, поверхностью вершин зубьев, поверхностью впадин и другими однотипными соосными поверхностями колеса (рис. 398).

4. Вершина конического колеса — общая вершина делительного и начального конусов, совпадающая с точкой пересечения осей конической передачи (рис. 398).

5. Дополнительный конус — соосная коническая поверхность, образующая которой перпендикулярна образующей делительного конуса колеса. Различают внешний, внутренний и средний дополнительные конусы, определяемые их положением относительно вершины колеса: первый наиболее удален от нее, второй наименее удален, третий находится на равном расстоянии от внешнего и внутреннего дополнительных конусов (рис. 398).

Примечание. В дальнейшем все определения и обозначения будут даны только относительно внешней поверхности конического колеса.

6. Внешний торец венца — торец венца конического зубчатого колеса, наиболее удаленный от его вершины (рис. 398).

7. Внутренний торец венца — торец венца, наименее удаленный от вершины колеса (рис. 398).

8. Ширина венца (b) — расстояние между внешним и внутренним торцами венца, измеренное вдоль образующей делительного конуса (рис. 398).

9. Конусная дистанция (R_e) — длина отрезка образующей делительного конуса от его вершины до пересечения с образующей дополнительного конуса (рис. 398).

10. Внешняя концентрическая окружность — окружность пересечения однотипных соосных конусов внешним дополнительным конусом. Различают внешние окружности: делительную, начальную, вершин зубьев, впадин, принадлежащие соответственно делительному, начальному конусам, конусу вершин зубьев, впадин и др.

11. Внешний диаметр конического зубчатого колеса — диаметр внешней концентрической окружности конического зубчатого колеса. Различают диаметры: внешний делительный (d_e), внешний начальный (d_{we}), внешний вершин зубьев (d_{ae}), внешний впадин (d_{fe}) и др. (рис. 398).

12. Высота зуба (h_e) — расстояние между окружностями вершин зубьев и впадин, измеренное по образующей дополнительного конуса (рис.398).

13. Высота головки (h_{ae}) — рис. 398.

14. Высота ножки (h_{fe}) — рис. 398.

15. Граничная высота зуба (h_e) — расстояние между окружностью вершин зубьев и концентрической окружностью, проходящей через граничные точки профилей зубьев, измеренное по образующей делительного конуса.

16. Базовая плоскость — торцовая плоскость конического колеса, относительно которой определяется его положение вдоль оси.

17. Базовое расстояние (A) — расстояние от вершины колеса до его базовой плоскости (рис. 398).

18. Расчетное базовое расстояние (A_a) — расстояние от внешней окружности вершин зубьев до базовой плоскости колеса (рис. 398).

19. Угол конуса вершин (δ_a) — угол между осью и образующей конуса вершин конического зубчатого колеса (рис. 398).

20. Угол конуса впадин (δ_f) — угол между осью и образующей конуса впадин конического зубчатого колеса (рис. 398).

21. Угол головки (θ_a) — разность углов конуса вершин зубьев и делительного конуса конического зубчатого колеса (рис. 398).

22. Угол ножки (θ_f) — разность углов делительного конуса и конуса впадин конического зубчатого колеса (рис. 398).

23. Внешний окружной шаг — шаг зубьев по дуге внешней концентрической окружности. Различают внешние окружные шаги: делительный (p_{te}), начальный (p_{twe}) и др.

24. Внешний окружной модуль зубьев — линейная величина, в π раз меньшая внешнего окружного шага зубьев. Различают внешние окружные модули: делительный (m_{te}), начальный (m_{twe}) и др.

25. Внешняя окружная толщина зуба — расстояние между разноименными профилями зуба по дуге внешней концентрической окружности. Различают внешние делительную (s_{te}), начальную (s_{twe}) и другие окружные толщины зуба.

26. Внешняя окружная ширина впадины — расстояние между ближайшими разноименными профилями соседних зубьев по дуге внешней концентрической окружности. Различают внешние делительную (e_{te}), начальную (e_{twe}) и другие окружные ширины впадины.

27. Нормальное сечение зуба — сечение зуба (впадины) конического зубчатого колеса плоскостью, нормальной к осевой линии зуба (впадины) в заданной точке.

28. Внешний угол наклона линии зуба — угол наклона линии зуба в точке, принадлежащей внешней концентрической окружности. Различают внешние делительный (β_e), начальный (β_{we}) и другие внешние углы наклона линий зуба.

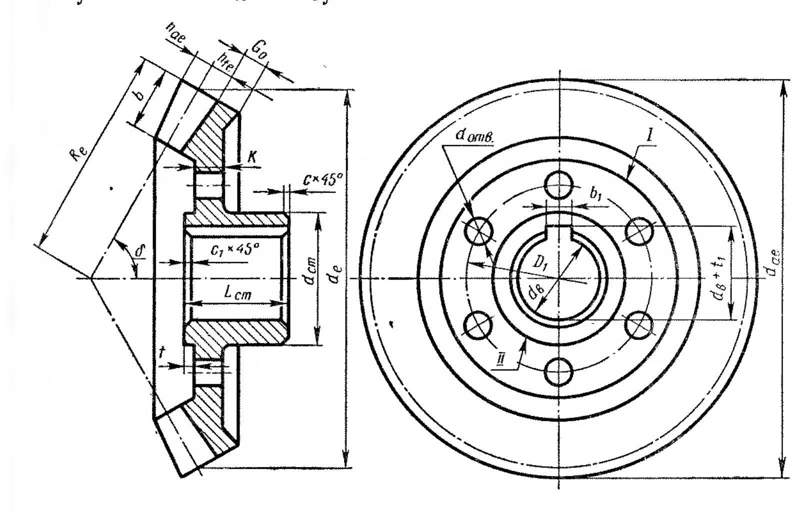


Рис. 399

29. Внешний нормальный шаг зубьев — нормальный шаг зубьев, соответствующий его внешней концентрической окружности. Различают внешние нормальные шаги зубьев: делительный (p_{ne}), начальный (p_{nwe}) и др.

30. Внешний нормальный модуль зубьев. Различают внешние нормальные модули: делительный (m_{ne}), начальный (m_{nwe}) и др.

31. Внешняя толщина по хорде делительной окружности — $\overline{s}_e$.

32. Высота до хорды — $\overline{h}_a$.

33. Постоянная хорда зуба конического колеса — $\overline{s}_c$.

34. Высота до постоянной хорды — $\overline{h}_c$.

35. Угол начального конуса (δ_w) — угол между осью и образующей начального конуса конического зубчатого колеса.

36. Высота начальной головки зуба — h_{wa}.

37. Высота начальной ножки зуба — h_{wf}.

38. Угол начальной головки зуба — θ_{wa}.

39. Угол начальной ножки зуба — θ_{wf}.

40. Радиальный зазор конической передачи — c.

41. Боковой зазор — j.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

Для прямозубых конических колес при отсутствии модификации зубьев (т. е. $x_\Sigma = 0$; $y = 0$; $\Delta y = 0$) и для межосевого угла передачи $\Sigma = 90°$ получают формулу для расчета (табл. 36). Расчет ведется по окружному делительному модулю m_{te}, обозначаемому далее m_e и подбираемому по ГОСТу 9563—60.

Конструктивные параметры определяются проектировщиком путем расчета. В качестве предварительных данных и для учебных целей могут быть приняты рекомендации, приведенные в табл. 37.

ВЫЧЕРЧИВАНИЕ КОНИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА С НАТУРЫ

Приступая к вычерчиванию и к геометрическому расчету конического колеса необходимо знать модуль m_e, число зубьев z, угол делительного конуса δ и ширину венца b. Эти данные могут быть получены конструктором при расчете новой передачи или определены замером при выполнении чертежа колеса с натуры.

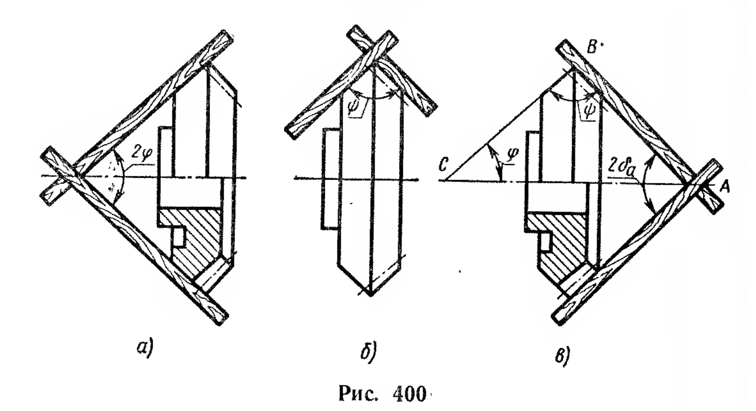


Рис. 400

Рекомендуется следующая последовательность выполнения чертежа колеса с натуры:

1. Подсчитывают число зубьев z и замеряют значение диаметра окружности вершин d_{ae} и ширину венца b.

2. Определяют значение угла делительного конуса δ. Проделать это можно следующим образом: с помощью угломера замеряют значение угла 2φ при вершине внешнего дополнительного конуса (рис. 400, *а—в*). Так как образующие дополнительного конуса перпендикулярны к образующим делительного конуса, то угол $\delta = 90° - \varphi$.

Другой способ определения угла δ заключается в том, что угломером находят значение угла конуса вершин $2\delta_a$ и угла между образующими конуса вершин и дополнительного конуса (угол ψ) — рис. 400. Тогда из треугольника ABC следует, что $\varphi = 180° - (\delta_a + \psi)$, а искомый угол делительного конуса $\delta = 90° - \varphi$.

Таблица 36

Расчет основных геометрических параметров конического зубчатого колеса

Параметр		Обозначение	Расчетная формула
Диаметр внешней делительной окружности		d_e	$d_e = m_e z$
Диаметр внешней окружности вершин зубьев		d_{ae}	$d_{ae} = m_e (z + 2\cos\delta)$
Диаметр внешней окружности впадин зубьев		d_{fe}	$d_{fe} = m_e (z - 2{,}4\cos\delta)$
Высота головки зуба		h_{ae}	$h_{ae} = m_e$
Высота ножки зуба		h_{fe}	$h_{fe} = 1{,}2 m_e$
Высота зуба (по внешнему дополнительному конусу)		h_e	$h_e = h_{ae} + h_{fe} = 2{,}2 m_e$
Радиальный зазор между зубьями		c	$c = 0{,}2 m_e$
Внешняя конусная дистанция		R_e	$R_e = \frac{d_e}{2\sin\delta}$
Тангенс угла делительного конуса	шестерни	$\operatorname{tg}\delta_1$	$\operatorname{tg}\delta_1 = \frac{z_1}{z_2}$
	колеса	$\operatorname{tg}\delta_2$	$\operatorname{tg}\delta_2 = \frac{z_2}{z_1}$
Угол делительной головки зуба		θ_a	$\operatorname{tg}\theta_a = \frac{m_e}{R_e}$
Угол делительной ножки зуба		θ_f	$\operatorname{tg}\theta_f = \frac{1{,}2 m_e}{R_e}$
Угол конуса вершин зубьев		δ_a	$\delta_a = \delta + \theta_a$
Угол конуса впадин зубьев		δ_f	$\delta_f = \delta - \theta_f$
Угол дополнительного конуса		φ	$\varphi = 90° - \delta$

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Межосевой угол ортогональной передачи	Σ	$\Sigma = \delta_1 + \delta_2$
Базовое расстояние	A	Выбирается конструктивно
Расчетное базовое расстояние	A_0	$A_0 = A - 0{,}5 d_e \operatorname{ctg} \delta + h_e \sin \delta$
Примечание. Базовое расстояние A необходимо для фрезерования зубьев, а расчетное базовое расстояние A_0 — для изготовления шаблона, с помощью которого проверяется положение дополнительного конуса в осевом направлении. Эти размеры указывают на чертеже с предельными отклонениями.		

Таблица 37

Конструктивные параметры конического зубчатого колеса (рис. 399)

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Ширина венца зубчатого колеса	b	$b = (0{,}25 \div 0{,}3)\ R_e$
Толщина обода	G_0	$G_0 = (1{,}8 \div 3)\ m_e$
Толщина диска	K	$K = (0{,}2 \div 0{,}35)\ b$
Длина ступицы колеса	$L_{\text{ст}}$	$L_{\text{ст}} = (0{,}9 \div 1{,}3)\ d_{\text{в}}$
Наружный диаметр ступицы	$d_{\text{ст}}$	$d_{\text{ст}} = (1{,}6 \div 1{,}7)\ d_{\text{в}}$
Выступ ступицы	t	$t \approx 0{,}1 L_{\text{ст}}$
Диаметр окружности расположения технологических (облегчающих) отверстий	D_1	Принимается из конструктивных соображений
Диаметр технологических (облегчающих) отверстий	$d_{\text{отв}}$	Принимается из конструктивных соображений

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Размеры шпоночного паза в ступице колеса	b_1 $d_{\text{в}} + t_1$	Размеры паза b_1 и $d_{\text{в}} + t_1$ по ГОСТу 8788—68, а допуски — по ГОСТу 7227—58
Шероховатость отверстия в ступице колеса	—	▽5—▽7
Шероховатость рабочих поверхностей зубьев	—	▽6—▽8 в зависимости от степени точности передачи
Неуказанные радиусы скруглений	R	$R \approx 3 \div 5$ мм
Примечания: 1. Толщину диска часто принимают равной толщине обода, т. е. $K = G_0$. 2. Выступ ступицы t со стороны зубьев выполняют с целью уменьшения объема механической обработки в штампованных конструкциях колес. 3. Центровую окружность диаметром D_1 обычно проводят посредине между окружностями I и II (рис. 399), а диаметр отверстий принимают равным половине этого расстояния. 4. Уклон ступицы принимают 1 : 20 для литых колес и конусность ступицы — 1 : 8 для штампованных колес. 5. Найденные конструктивные размеры округляют в соответствии с нормальными линейными размерами по ГОСТу 6636—69.		

3. Найденное значение угла δ корректируют по формуле $\operatorname{tg} \delta = \frac{z_1}{z_2}$ при условии, что межосевой угол Σ равен 90°. Подставляя в формулу значение угла δ и числа зубьев z_1, определяют число зубьев колеса z_2. Если это число окажется дробным, то следует в расчет принять ближайшее целое значение z_2, подставить его в формулу и определить уточненное значение угла δ делительного конуса. Величину угла δ вычисляют с точностью до минут.

4. По формуле $m_e = \frac{d_{ae}}{z + 2\cos\delta}$ определяют делительный торцовый модуль. Найденное значение сверяют со стандартными значениями модулей по ГОСТу 9563—60 и в случае несовпадения принимают в расчет ближайшее стандартное значение модуля.

5. По принятому значению модуля m_e, найденному углу делительного конуса δ и числу зубьев z_1 определяют по приведенным выше формулам все данные, необходимые для вычерчивания колеса.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧЕГО ЧЕРТЕЖА КОНИЧЕСКОГО КОЛЕСА (по ГОСТу 2.405—68)

На рис. 401, 402 даны примеры оформления рабочих чертежей конических колес с прямыми зубьями. На изображении конического колеса указывают:

а) диаметр d_{ae} внешнего основания конуса вершин и, при необходимости, предельное значение радиального биения поверхности вершин;

б) расчетное базовое расстояние A_a и, при необходимости, предельное значение биения базового торца;

в) угол конуса вершин δ_a и, при необходимости, предельное значение биения поверхности конуса вершин;

г) угол внешнего дополнительного конуса (на рис. 401 угол равен 65° 46′);

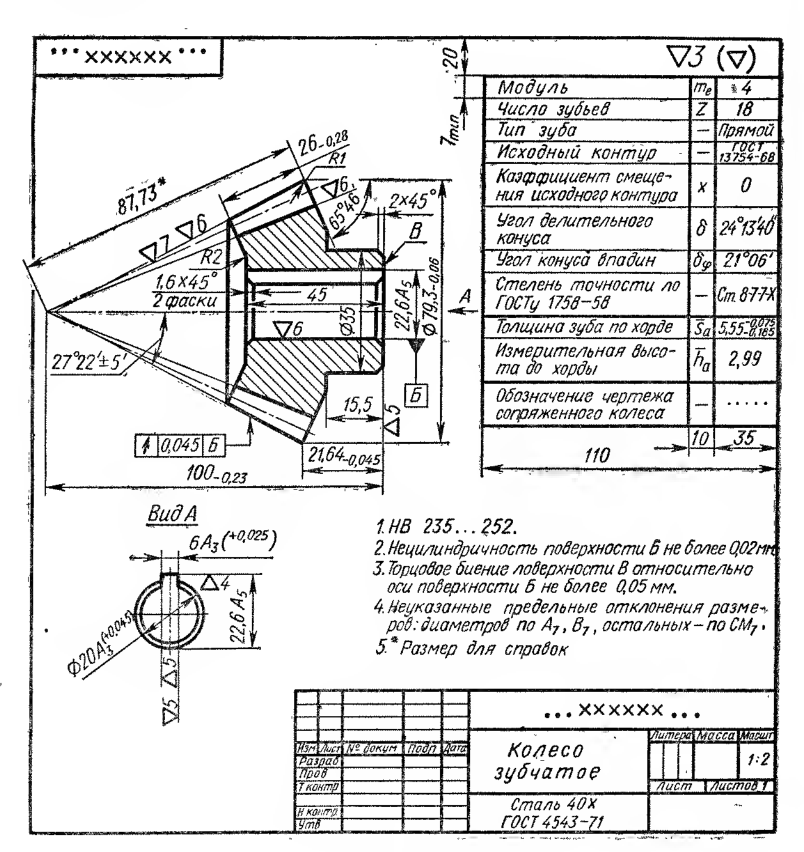


Рис. 401

д) ширину зубчатого венца b по образующей дополнительного конуса;

е) конусную дистанцию R_e;

ж) базовое расстояние A (размер $100_{-0,23}$ на рис. 401);

з) размеры фасок или радиусы закруглений на кромках зубьев, образованных конусом вершин и дополнительным конусом, а также на кромках головок и торцов зубьев. Допускается эти размеры оговаривать в технических требованиях;

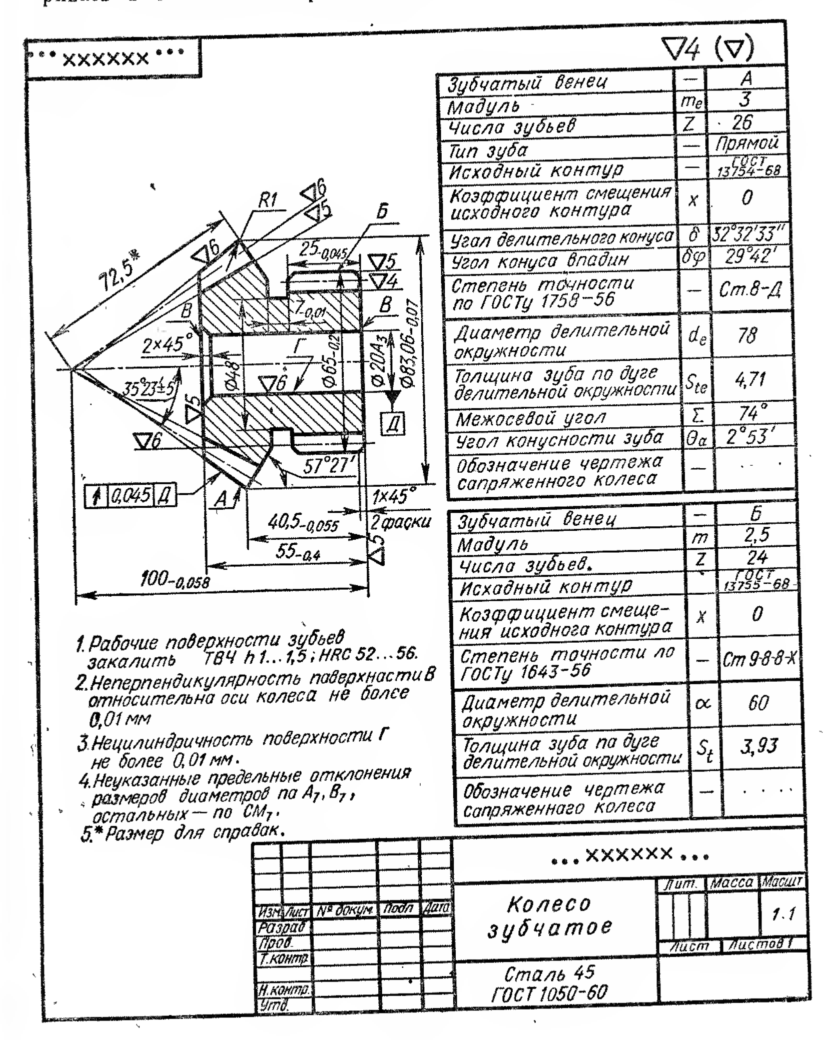


Рис. 402

и) рабочий профиль зубьев зубчатых колес (в случае необходимости)

к) шероховатость боковых поверхностей зубьев, поверхностей вершин и поверхностей впадин. Если на чертеже рабочий профиль зуба выполнен в виде выносного элемента, то на нем указывают значение шероховатости боковых поверхностей. Если же отдельно профиль не выполняется, то значение шероховатости боковых поверхностей зубьев указывают на образующей делительного конуса (рис. 401, 402).

Кроме того, на чертеже указывают все необходимые конструктивные размеры колеса.

На рабочем чертеже зубчатого конического колеса в правом верхнем углу помещают таблицу параметров.

Размеры, определяющие расположенные таблицы на чертеже и величину ее граф, видны из рис. 401.

Таблица параметров состоит из трех частей, отделяемых друг от друга сплошными основными линиями. В первой части приведены данные для изготовления (основные данные), во второй — данные для контроля и в третьей — справочные данные.

В первой части таблицы заполняют следующие параметры:

а) модуль (по ГОСТу 9563—60) у внешнего дополнительного конуса: для зубчатого колеса с прямыми зубьями — m_e, а для зубчатых колес с тангенциальными и криволинейными зубьями — торцовый m_{te} или нормальный — m_{ne};

б) число зубьев z, для зубчатых секторов — число зубьев на полной окружности;

в) тип зуба; указывают надписью: «Прямой», «Круговой», «Косой», «Паллоидный» и др.;

г) угол наклона зуба β_e. Для косых зубьев значение β_e приводят у внешнего дополнительного конуса, а для криволинейных зубьев — в середине зубчатого венца;

д) направление наклона зуба; указывают надписью: «Правое», «Левое». Для колес с прямыми зубьями пункты «г» и «д» опускают (рис. 401);

е) исходный контур. Если исходный контур стандартизованный, то делается ссылка на соответствующий стандарт (ГОСТ 13754—68 или ГОСТ 9587—68). Если контур нестандартизованный, то указывают значения: угла профиля α_e, коэффициента высоты головки f_a^*, коэффициента радиального зазора c^* и радиуса кривизны переходной кривой зуба ρ_f;

ж) коэффициент смещения исходного контура x в долях модуля с соответствующим знаком «+» или «—». При отсутствии модификации зуба проставляют знак «0»;

з) угол делительного конуса δ;

и) угол конуса впадин δ_f;

к) степень точности, вид сопряжения по ГОСТу 1758—56 или по ГОСТу 9368—60.

Во второй части таблицы параметров приводят данные для контроля толщины зуба и указывают нормы точности изготовления колеса.

Контроль толщины зуба осуществляют следующими методами:

1. Проверяют толщину зуба по хорде $\bar{s}_a$ у внешнего дополнительного конуса с предельными отклонениями и значение измерительной высоты $\bar{h}_a$ до этой хорды.

2. Указывают значение верхнего $\Delta_в \Sigma$ и нижнего $\Delta_н \Sigma$ предельных линейных отклонений межосевого угла у дополнительного конуса.

3. Задают предельные отклонения бокового зазора c в паре и его колебания $\delta_0 c$.

Нормы контроля точности указывают в следующей последовательности: а) нормы кинематической точности; б) нормы плавности работы; в) нормы контакта зубьев.

Для передач 7-й степени точности и грубее допускается во второй части таблицы данных не помещать, с ссылкой в технических требованиях на то, что завод-изготовитель выбирает данные для контроля по нормам соответствующего стандарта.

В третьей части таблицы помещают справочные данные. Указывают диаметр внешней делительной окружности d_e и толщину зуба по дуге делительной окружности s_{te}, обозначение сопряженного колеса и другие данные. При отсутствии данных об условиях изготовления допускается указывать угол конусности зуба θ_a и угол конусности впадин δ_φ.

ЧЕРВЯЧНАЯ ПЕРЕДАЧА

Червячная передача применяется для передачи движения между скрещивающимися осями. Угол скрещения чаще всего равен 90°. Эта передача состоит из червяка-винта *1* со специальной резьбой, насаженного на вал или изготовленного заодно с валом, и червячного колеса *2* (рис. 403). Ведущим звеном передачи является червяк, т. е. передача используется для понижения угловой скорости.

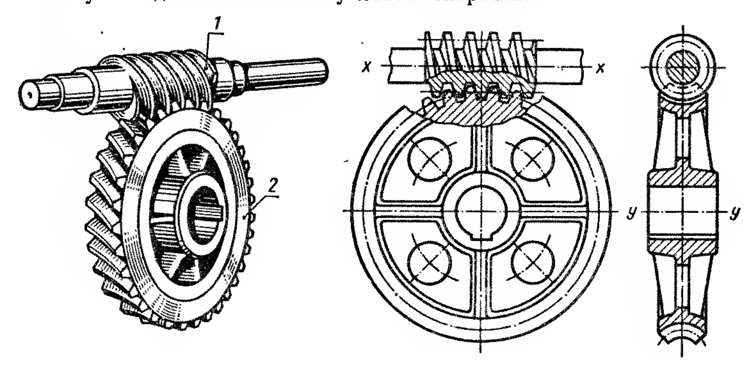


Рис. 403

Червячная передача получила большое распространение в машиностроении благодаря следующим достоинствам:

а) возможности получения больших передаточных чисел при компактной конструкции ($u = 7 \div 100$);

б) плавности хода и бесшумности работы;

в) возможности осуществления самотормозящей передачи;

г) небольшому весу на единицу передаваемой мощности и др.

С другой стороны, червячные передачи обладают и определенными недостатками, к числу которых следует отнести:

а) сравнительно низкий к. п. д. установки, который для однозаходных червяков составляет 0,7—0,85;

б) нагрев конструкции в процессе работы, требующий дополнительного ее охлаждения;

в) ограниченность передаваемой мощности;

г) высокая стоимость материала венцов червячных колес и стоимости их изготовления и др.

ЧЕРВЯК

Червяки различают: 1) по числу заходов; 2) по направлению винтовой линии; 3) по характеру поверхности, на которой они нарезаны; 4) по профилю винтовой поверхности — рабочего органа червяка.

По числу заходов червяки бывают однозаходные, двухзаходные и многозаходные.

По направлению винтовой линии различают право- и левозаходные червяки.

По характеру поверхности, на которой червяки нарезаются, различают червяки цилиндрические и глобоидные, имеющие форму однополостного гиперболоида вращения.

По форме винтовой поверхности различают: 1) архимедовы червяки, имеющие в осевом сечении прямолинейный профиль, а в сечении, перпендикулярном к оси, — профиль архимедовой спирали; 2) эвольвентные червяки, имеющие прямолинейное очертание профиля в сечении плоскостью, касательной к основному цилиндру. В поперечном сечении эти червяки очерчены по эвольвенте окружности; 3) конволютные цилиндрические червяки, имеющие прямолинейный профиль в форме равнобочной трапеции в сечении, нормальном к витку или к впадине; 4) нелинейчатые червяки, не содержащие прямолинейного профиля ни в одном сечении.

Глобоидные червяки имеют в сечении треугольный профиль.

Червяки нарезают резцами на токарных станках или дисковыми фрезами на червячно-фрезерных станках. Червяки изготовляют из среднеуглеродистых конструкционных сталей (стали 35, 45, 50, Ст6) и легированных сталей марок 40Х, 40ХН и др. с поверхностной или объемной закалкой до *HRC* 45—50 либо из малоуглеродистых сталей, подвергающихся цементации и закалке до твердости *HRC* 58—63; червяки шлифуют или полируют.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЧЕРВЯКА И ИХ РАСЧЕТ (по ГОСТу 18498—73)

Делительным цилиндром (рис. 404) называется соосная поверхность червяка, которая является базовой для определения элементов витков и их размеров. Диаметр делительного цилиндра червяка обозначают d_1 (элементы червяка обозначают с индексом «1», а колеса — индексом «2»). Диаметр начального цилиндра червяка — d_{w1}. Для немодифицированных передач $d_{w1} = d_1$.

Осевой шаг червяка (p_x) — расстояние между одноименными линиями соседних витков по линии пересечения плоскости осевого сечения с делительной поверхностью.

Осевой модуль (m_x) — величина, в π раз меньшая осевого шага. Следовательно, в расчет червяка принимаются осевой шаг и модуль, измеренные по делительному цилиндру.

Диаметр делительного цилиндра червяка

$$d_1 = qm_x,$$

где q — коэффициент диаметра червяка. Эта величина показывает число модулей в диаметре делительного цилиндра. В зависимости от модуля m_x значение q подбирают по ГОСТу 2144—66 (табл. 38). По стандарту каждому значению модуля соответствует несколько значений коэффициента q.

Для многозаходных червяков кроме понятия шага характерно и понятие хода. Ход витка винтовой линии червяка (p_z) — это расстояние по соосной делительной поверхности между двумя положениями точки винтовой линии, соответствующее полному обороту червяка вокруг оси зубчатого колеса.

Если обозначить число заходов червяка z_1, то

$$p_z = p_x z_1.$$

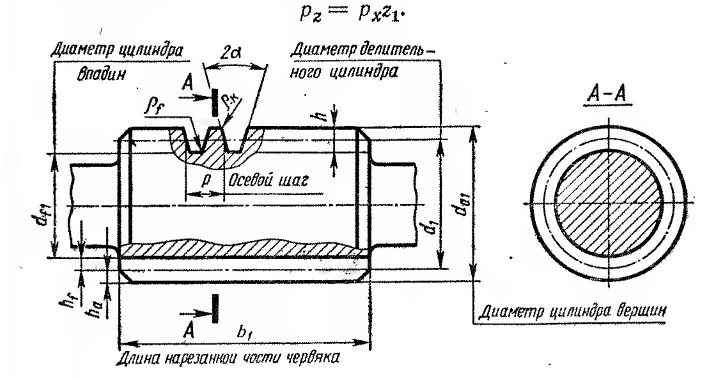


Рис. 404

Высота головки витка червяка $h_a = m_x$.

Высота ножки витка червяка $h_f = 1{,}2m_x$.

Полная высота витка червяка $h = 2{,}2m_x$.

Диаметр вершин витка червяка $d_{a1} = d_1 + 2h_a = m_x(q + 2)$.

Диаметр впадин витка червяка $d_{f1} = d_1 - 2h_f = m_x(q - 2{,}4)$.

Величина радиального зазора $c = 0{,}2m_x$.

Длину нарезаемой части червяка для немодифицированных передач определяют по соотношениям.

Для одно- и двухзаходных червяков

$$b_1 \geqslant (11 + 0{,}06z_2)\, m_x;$$

для четырехзаходных червяков

$$b_1 \geqslant (12{,}5 + 0{,}09z_2)\, m_x,$$

где z_2 — число зубьев сопряженного червячного колеса.

Для шлифуемых и полируемых червяков полученную длину b_1 следует увеличить:

при $m_x < 10$ мм — на 25 мм;

при $m_x = 10 \div 16$ мм — на 35—40 мм;

при $m_x > 16$ мм — на 50 мм.

Для предупреждения динамической неуравновешенности рекомендуется брать длину червяка такой, чтобы в ней укладывалось целое число шагов, т. е. отношение $\frac{b_1}{p_x} = k$ следует брать равным целому числу. Окончательная длина червяка округляется и подбирается по таблице нормальных линейных размеров (ГОСТ 6636—69).

Значения модулей m_x, диаметров делительного цилиндра d_1, коэффициентов $q = \frac{d_1}{m_x}$ и числа заходов z_1 для цилиндрических червяков (по ГОСТу 2144—66)

m_x в мм 1-й ряд	m_x в мм 2-й ряд	q	d_1 в мм	z_1
1		16	16	1
	1,125	16	18	1, 2, 4
1,25		16	20	1, 2, 4
	1,375	16	22	1, 2, 4
1,5		14	21	1, 2, 4
1,5		16	24	1, 2, 4
1,75		14	24,5	1, 2, 4
2		10	20	1, 2, 4
2		12	24	1, 2, 4
2		(14)	28	1
2		16	32	1
	2,25	12	27	1, 2, 4
	2,25	14	31,5	1, 2, 4
2,5		10	25	1, 2, 4
2,5		12	30	1, 2, 4
2,5		(14)	35	1
2,5		16	40	1
	2,75	10	27,5	1, 2, 4
	2,75	12	33	1, 2, 4
3		10	30	1, 2, 4
3		12	36	1, 2, 4
3		(14)	42	1, 2, 4
3,5		(10)	35	1, 2, 4
3,5		12	42	1, (2), (4)
3,5		14	49	1
4		9	36	1, 2, 4
4		10	40	1, 2, 4
4		12	48	1, (2), (4)
4		(14)	56	1
4		16	64	1
	4,5	10	45	1, 2, 4
	4,5	12	54	1
	4,5	16	72	1
5		9	45	1, 2, 4
5		(10)	50	1, 2, 4
5		12	60	1, 2, 4
5		16	72	1

m_x в мм 1-й ряд	m_x в мм 2-й ряд	q	d_1 в мм	z_1
	5,5	9	49,5	1, 2, 4
	5,5	10	55	1, 2, 4
	5,5	12	66	1
6		9	54	1, 2, 4
6		10	60	1, 2, 4
6		(12)	72	1, 2, 4
6		(14)	84	1, 2, 4
7		9	63	1, 2, 4
7		10	70	1, 2, 4
7		12	84	1, 2, 4
8		8	64	1, 2, 4
8		9	72	1, 2, 4
8		10	80	1, 2, 4
8		12	96	1, 2, 4
	9	8	72	1, 2, 4
	9	10	90	1, 2, 4
	9	12	108	1
10		8	80	1, 2, 4
10		10	100	1, 2, 4
10		12	120	1, (2), (4)
	11	8	88	1, 2, 4
	11	10	110	1, 2, 4
	11	12	132	1
12		8	96	1, 2, 4
12		10	120	1, 2, 4
12		(12)	144	1
14		(8)	112	1, 2, 4
14		10	140	1, 2, 4
16		8	128	1, 2, 4
16		9	144	1, 2, 4
	18	8	144	1, 2, 4
20		7,5	150	1, 2, 4

Примечания: 1. Первый ряд значений m_x следует предпочитать второму.

2. Значения q и z_1, заключенные в скобки, по возможности не применять.

Таблица 39

Углы подъема γ витка червяка на делительном цилиндре (по ГОСТу 2144—66)

z_1	q = 16	14	12	10	9	8	7,5
1	3,576° (3° 34′ 35″)	4,086° (4° 05′ 08″)	4,764° (4° 45′ 49″)	5,711° (5° 42′ 38″)	6,340° (6° 20′ 25″)	7,125° (7° 07′ 30″)	7,595° (7° 35′ 41″)
2	7,125° (7° 07′ 30″)	8,130° (8° 07′ 48″)	9,462° (9° 27′ 44″)	11,310° (11° 18′ 36″)	12,529° (12° 31′ 44″)	14,036° (14° 02′ 10″)	14,931° (14° 55′ 53″)
4	14,036° (14° 02′ 10″)	15,945° (15° 56′ 43″)	18,435° (18° 25′ 06″)	21,801° (21° 48′ 05″)	23,962° (23° 57′ 45″)	26,565° (26° 33′ 54″)	28,072° (28° 04′ 21″)

Таблица 40

Межосевые расстояния a для цилиндрических червячных передач (по ГОСТу 2144—66). Размеры в мм

1-й ряд	40		50		63		80		100		125		160		200		250		315		400		500
2-й ряд		—		—		—		—		—		140		180		225		280		355		450	

Таблица 41

Номинальные передаточные числа u для цилиндрических червячных передач (по ГОСТу 2144—66)

1-й ряд	8		10		12,5		16		20		25		31,5		40		50		63		80
2-й ряд		9		11,2		14		18		22,4		28		35,5		45		56		71	

Примечание. Передаточные числа второго ряда по возможности не применять.

Радиус скруглений витка червяка принимают равным: при вершине витка $\rho_k = 0{,}1m_x$, у основания витка $\rho_f = 0{,}2m_x$.

Угол подъема винтовой линии на делительном цилиндре определяют по формуле

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{z_1}{q};\quad \gamma = \operatorname{arctg}\frac{z_1}{q}.$$

Значение угла подсчитывают с точностью до секунд. В табл. 39 даны значения угла γ в зависимости от значений z_1 и q (по ГОСТу 2144—66).

Осевую толщину витка червяка по делительному цилиндру определяют по формуле

$$s_x = 0{,}5\pi m_x.$$

Угол профиля архимедова червяка в осевом сечении принимают по стандарту равным 20° ($\alpha = 20°$). В табл. 40 даны межосевые расстояния, в табл. 41 — номинальные передаточные числа для цилиндрических червячных передач.

ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ЧЕРВЯКА С НАТУРЫ

При вычерчивании червяка с натуры определяют:

а) диаметр вершин витка червяка d_{a1};
б) диаметр впадин витка червяка d_{f1};
в) число заходов винтовой линии z_1;
г) направление винтовой линии (правое или левое);
д) длину b_1 нарезаемой части червяка.

По полученным данным вычисляют значение осевого модуля m_x, осевого шага p_x, диаметра делительной окружности d_1, полную высоту витка h, угол подъема винтовой линии γ, радиусы скруглений ρ_k, ρ_f. Найденное значение осевого модуля сверяют с ГОСТом 9563—60 и в расчет принимают ближайшее стандартное значение. По принятому значению модуля подбирают значение коэффициента диаметра червяка q и вычисляют диаметр делительной окружности по формуле

$$d_1 = m_x q.$$

Выбрав стандартное значение модуля, следует уточнить значения диаметров вершин d_{a1} и впадин d_{f1}.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧЕГО ЧЕРТЕЖА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЧЕРВЯКА
(по ГОСТу 2.406—68)

На рис. 405 дан рабочий чертеж архимедова червяка. Чертеж, как правило, выполняется в одном виде с местными разрезами для выявления профиля сечения витка и других конструктивных элементов.

На изображении цилиндрического червяка указывают:

а) диаметр цилиндра вершин и, при необходимости, предельное значение радиального биения поверхности вершин;

б) длину нарезанной части червяка (по образующей цилиндра впадин);

в) размеры фасок или радиусы закруглений на торцовых кромках цилиндра вершин;

г) радиусы кривизны переходной кривой витка;

д) размеры фасок или радиусы закруглений на продольных кромках вершин витков (разрешается эти размеры указывать в технических требованиях);

е) другие размеры профиля витка, не помещаемые в таблицу параметров.

Кроме этого, на рабочем чертеже червяка указывают шероховатость боковых поверхностей витков червяка, поверхностей вершин и впадин. При необходимости дается рабочий профиль витков червяка.

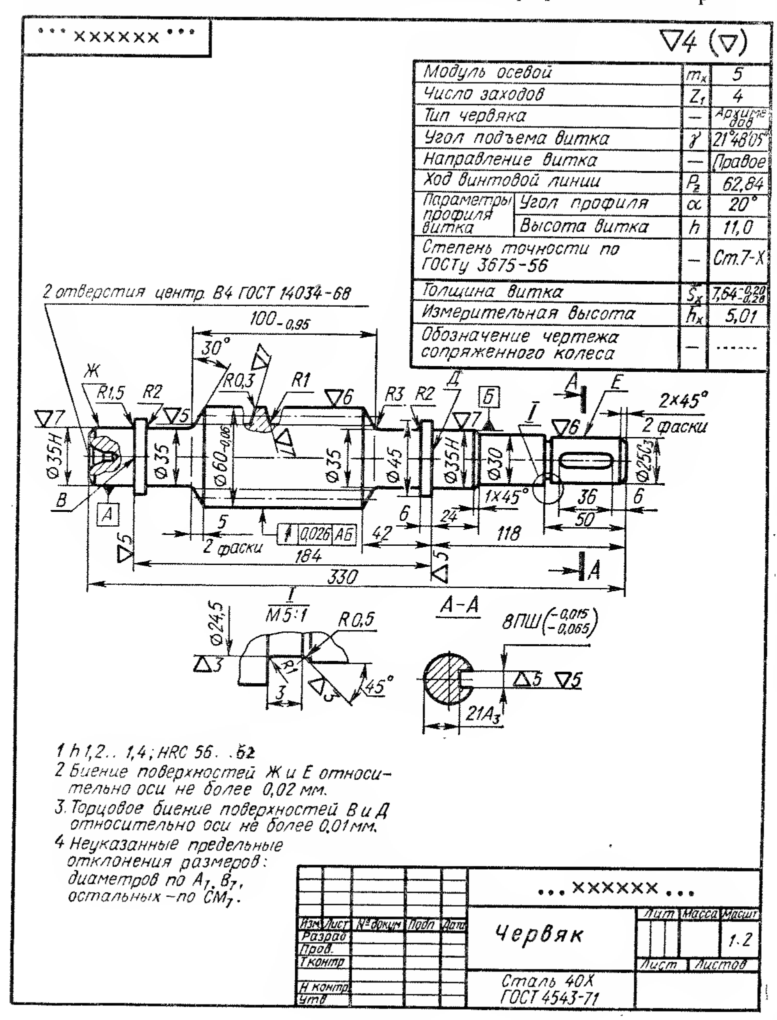


Рис. 405

В правом верхнем углу помещают таблицу параметров. Размеры и расположение ее аналогичны таблице для цилиндрических колес (см. рис. 392, 393). Таблица состоит из трех частей: первая — основные данные (для изготовления), вторая — данные для контроля и третья — справочные данные.

В первой части таблицы параметров нарезанной части червяка приводят:

а) модуль осевой m_x;

б) число заходов z_1;

в) тип червяка надписью: «Архимедов», «Эвольвентный», «Конволютный по впадине», «Конволютный по витку» и т. д.;

г) угол подъема витка γ (винтовой линии на делительном цилиндре). Для эвольвентных червяков указывают угол подъема винтовой линии на основном цилиндре — γ_b и значение диаметра основного цилиндра — d_b;

д) направление витка, т. е. направление винтовой линии, надписью: «Правое» или «Левое»;

е) ход винтовой линии p_z;

ж) параметры профиля витков: угол профиля α и высоту витка h. Угол профиля для архимедовых червяков указывают в осевом сечении витка (α), для эвольвентных червяков — угол профиля α_n сопрягаемой с червяком косозубой рейки в ее нормальном сечении и т. д.;

з) степень точности, вид сопряжения по соответствующему стандарту и номер этого стандарта.

Во второй части таблицы параметров приводят данные для контроля толщины витка одним из принятых методов (размер толщины витка в нормальном сечении, размер по роликам) и указывают нормы точности изготовления червяков, выбранные по соответствующему стандарту.

Допускается вместо указания в таблице параметров данных по нормам точности приводить в технических требованиях чертежа ссылку на соответствующий стандарт («Данные для контроля по нормам точности, принятым заводом-изготовителем»).

В третьей части таблицы параметров при отсутствии данных для контроля указывают диаметр делительного цилиндра d_1 и толщину витка $\bar{s}_x$ на делительном цилиндре, указывают обозначение сопряженного червячного колеса и другие справочные данные.

ЧЕРВЯЧНОЕ КОЛЕСО

Червячные колеса выполняют с прямыми или чаще с косыми зубьями и отличаются от цилиндрических зубчатых колес видоизмененной формой зуба. Форма и выемки зубьев согласованы с формой сечения червяка. Зуб колеса охватывает червяк по дуге, центральный угол которого равен 90—120°. Число зубьев рекомендуется брать в пределах 28—80.

Червячные колеса для закрытых передач выполняются в большинстве случаев составными. Зубчатый венец изготовляют из бронзы, а ступицу или центр колеса — из чугуна.

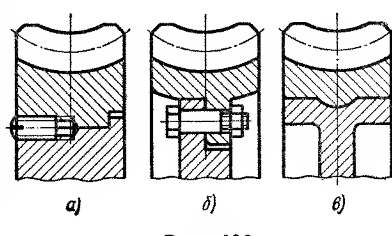


Рис. 406

Соединение бронзового венца со ступицей производят: 1) бандажированием, т. е. литой бронзовый обод насаживают на чугунный центр (рис. 406, *а*) на прессовой посадке $\left(\frac{A}{Пр}; \frac{A}{Пр1_3}; \frac{A}{Пл}\right)$ с дополнительным креплением винтами;

2) болтовым соединением (рис. 406, *б*); литой бронзовый обод с фланцем крепят к центру колеса чистыми болтами;

3) с помощью литой конструкции (рис. 406, *в*); ступицу устанавливают в форму для отливки бронзового обода. На ступице конструируют выемки, исключающие возможность проворачивания и осевых смещений бронзового обода.

Червячные колеса устанавливают на валах с натягом, применяя посадки $\frac{A}{Пр}$; $\frac{A}{Пл}$.

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРВЯЧНОГО КОЛЕСА

Расчет дан для немодифицированных червячных колес (рис. 407). Расчет параметров приведен в табл. 42.

Конструктивные параметры определяются проектировщиком путем расчета (табл. 43). В качестве предварительных данных и для учебных целей могут быть приняты следующие рекомендации (рис. 407).

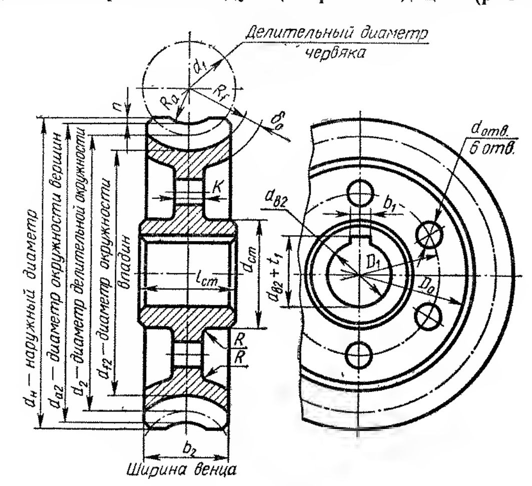


Рис. 407

ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ЧЕРВЯЧНОГО КОЛЕСА С НАТУРЫ

При вычерчивании червячного колеса с натуры необходимо определить:

1) наружный диаметр $d_н$; 2) диаметр окружности вершин d_{a2}; 3) ширину венца b; 4) число зубьев колеса z_2. Кроме этого, необходимо иметь данные, относящиеся к сопряженному червяку: угол подъема

Таблица 42

Расчет параметров червячного колеса

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Осевой модуль	m_x	—
Число зубьев колеса	z_2	—
Число заходов сопряженного червяка	z_1	—
Диаметр делительной окружности червячного колеса	d_2	$d_2 = m_x z_2$
Диаметр начальной окружности	d_{w2}	$d_{w2} = d_2$
Диаметр вершин колеса (в среднем сечении)	d_{a2}	$d_{a2} = m_x (z_2 + 2)$
Диаметр впадин колеса (в среднем сечении)	d_{f2}	$d_{f2} = m_x (z_2 - 2{,}4)$
Высота головки зуба	h_a	$h_a = m_x$
Высота ножки зуба	h_f	$h_f = 1{,}2 m_x$
Полная высота зуба	h	$h = h_a + h_f = 2{,}2 m_x$
Осевой шаг червячного колеса	p_x	$p_x = \pi m_x$
Наружный диаметр колеса	$d_н$	$d_н \leqslant d_{a2} + 2m_x$ при $z_1 = 1$; $d_н \leqslant d_{a2} + 1{,}5m_x$ при $z_1 = 2 \div 3$; $d_н \leqslant d_{a2} + m_x$ при $z_1 = 4$
Радиус выкружки по вершине зуба колеса	R_a	$R_a = 0{,}5d_1 - m_x$
Радиус выкружки по впадине зуба колеса	R_f	$R_f = 0{,}5d_1 + 1{,}2m_x$
Угол подъема винтовой линии	γ	$\operatorname{tg} \gamma = \frac{z_1}{q}$

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Высота фаски или радиус закругления по наружному диаметру	n $R_з$	$n = R_з = 0{,}5m_x$
Осевая толщина зуба по делительному цилиндру	s_x	$s_x = 0{,}5\pi\, m_x$
Условный угол обхвата червяка венцом колеса (рис. 408)	2ν	$\sin\nu = \dfrac{b_2}{d_{a1} - 0{,}5m_x}$

Примечание. Для силовых передач величина угла обхвата червяка венцом колеса (2ν) должна быть в пределах 90—120°.

Таблица 43

Конструктивные параметры червячного колеса

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Толщина обода венца	δ_0	$\delta_0 = 2m_x$
Толщина диска	K	$K \approx 0{,}3b$
Длина ступицы или центра	$l_{ст}$	$l_{ст} = (1{,}2 \div 1{,}8)\ d_{в2}$ или $l_{ст} \approx 1{,}3b_2$
Наружный диаметр ступицы колеса	$d_{ст}$	$d_{ст} = (1{,}6 \div 1{,}8)\ d_{в2}$
Диаметр технологических (облегчающих) отверстий	$d_{отв}$	$d_{отв} = 0{,}25\ (D_0 - d_{ст})$
Диаметр окружности расположения технологических (облегчающих) отверстий	D_1	$D_1 = 0{,}5\ (D_0 + d_{ст})$
Размеры шпоночного паза в ступице колеса	b_1 $d_{в2} + t_1$	Размеры паза b_1 и $d_{в2} + t_1$ по ГОСТу 8788—68, допуски по ГОСТу 7227—58

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Шероховатость отверстия в ступице колеса	—	∇5—∇7
Шероховатость рабочих поверхностей зубьев	—	∇6—∇8 в зависимости от степени точности передачи
Неуказанные радиусы скруглений	R	$R \approx 3 \div 5$ мм

Примечания: 1. При бандажированной конструкции червячного колеса для фиксации венца относительно ступицы при помощи винтов или болтов принимают следующие размеры:
диаметр винта (болта) $d_{винта} \approx (1{,}2 \div 1{,}5)\ m_x$;
длина винта $l_{винта} \approx (0{,}3 \div 0{,}4)\ b$ или $l_{винта} \approx 3d_{винта}$.
Количество фиксирующих винтов — от трех до шести.

2. Для фиксации винта с помощью упорного буртика рекомендуется брать высоту буртика $h_{бурт} = 2 \div 3$ мм; ширину буртика $b_{бурт} \approx 5 \div 10$ мм, величину зазора между буртиком и венцом не менее 1 мм.

3. Размеры D_1 и $d_{отв}$ могут быть взяты и по конструктивным соображениям.

винтовой линии γ, равный углу наклона зубьев колеса; делительный диаметр червяка d_1; угол зацепления α (как правило, равный 20°).

По этим данным определяют значение осевого модуля m_x, диаметр делительной окружности колеса d_2, окружности впадин d_{f2}, высоту зубьев h, радиус R_a, образующей дуги выступов и другие данные. Значение модуля сверяют с ГОСТом 9563—60 и в расчет принимают ближайшее стандартное значение. По принятому модулю уточняют величины $d_н$ и d_{a2}.

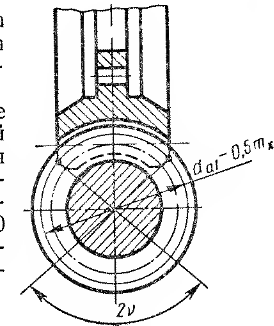


Рис. 408

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧЕГО ЧЕРТЕЖА ЧЕРВЯЧНОГО КОЛЕСА

Рабочие чертежи червячных колес выполняют по ГОСТу 2.406—68.

На рис. 409 выполнен рабочий чертеж червячного колеса, сопрягаемого с архимедовым червяком. Чертеж, как правило, выполняют в одном изображении с полным фронтальным разрезом. Отдельно выполняют изображение ступицы колеса со шпоночным пазом.

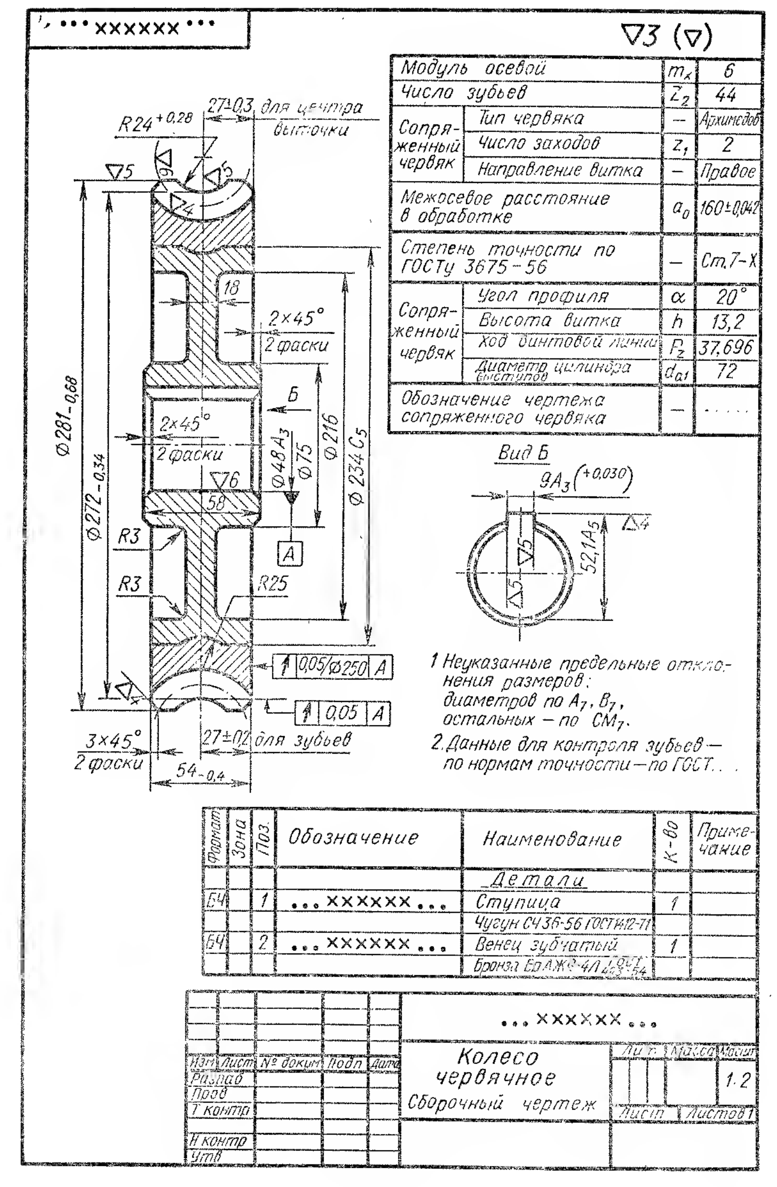


Рис. 409

На изображении червячного колеса указывают:

а) диаметр окружности вершин в средней плоскости зубчатого колеса и, при необходимости, предельное значение радиального биения поверхности вершин в этой плоскости;

б) наибольший диаметр зубчатого венца по выступам;

в) ширину зубчатого венца и, при необходимости, биение базового торца;

г) расстояние от средней плоскости зубчатого венца до базового торца и предельное смещение средней плоскости зубчатого венца в обработке;

д) данные, определяющие внешний контур зубчатого венца, например, радиус выточки на поверхности вершин, размеры фасок или радиусы закруглений торцовых кромок. Допускается размеры фасок и радиусы закруглений торцовых кромок помещать в технических требованиях;

е) данные о специальной форме зубьев.

Кроме указанных требований на чертеже должна быть показана шероховатость зубьев, поверхностей вершин и впадин и, при необходимости, дается рабочий профиль зуба.

В правом верхнем углу помещают таблицу параметров, состоящую из трех частей.

В первой части таблицы параметров зубчатого венца колеса приводят данные:

а) модуль осевой m_x;

б) число зубьев z_2;

в) данные о сопряженном червяке — тип червяка, число заходов и направление витка;

г) размер межосевого расстояния в обработке a_0 с предельными отклонениями, выбранными по соответствующему стандарту. Величина межосевого расстояния определяется по формуле

$$a_0 = \frac{m_x}{2}(z_2 + q) = 0,5\,(d_1 + d_2).$$

В табл. 40 приведены данные межосевого расстояния по ГОСТу 2144—66;

д) степень точности, вид сопряжения по соответствующему стандарту и номер этого стандарта.

Во второй части таблицы параметров зубчатого венца червячного колеса приводят: а) данные для контроля толщины зуба; б) нормы точности червячных колес; в) допускается указывать пятна контакта с эталонным или парным червяком.

По ГОСТу 2.406—68 данные для контроля толщины зуба приводят только для мелкомодульных червячных передач при контроле колебания межосевого расстояния. В остальных случаях для контроля толщины зуба используют значения предельных отклонений межосевого расстояния в обработке и размер толщины зуба зуборезного инструмента $s_и$.

Нормы точности изготовления червячных колес выбирают по соответствующему стандарту.

Для червячных колес передач 7-й степени точности и грубее допускается во второй части таблицы данные для контроля не помещать, делая ссылку в технических требованиях, что предприятие-изготовитель выбирает данные для контроля по соответствующему стандарту.

В третьей части таблицы помещают: а) справочные данные о сопряженном червяке; б) справочные данные о зуборезном инструменте;

в) коэффициент смешения x — для модифицированных зубчатых червячных передач; г) обозначение червяка и другие справочные данные.

Неиспользуемые графы таблицы параметров исключают или прочеркивают.

ЧЕРВЯЧНЫЕ ГЛОБОИДНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

В глобоидной передаче оба сопряженных элемента — червяк и венец червячного колеса имеют взаимно охватывающую глобоидную форму, т. е. форму однополостного гиперболоида вращения. Это позволяет обеспечить одновременное зацепление 4—7 зубьев колеса и соответственно распределить действующую нагрузку. Основное распространение имеют глобоидные передачи с прямолинейными профилями витков червяка и зубьев колеса в главном осевом сечении. В этом сечении червяк и венец колеса образуют соответственно выпуклую и вогнутую круговые рейки.

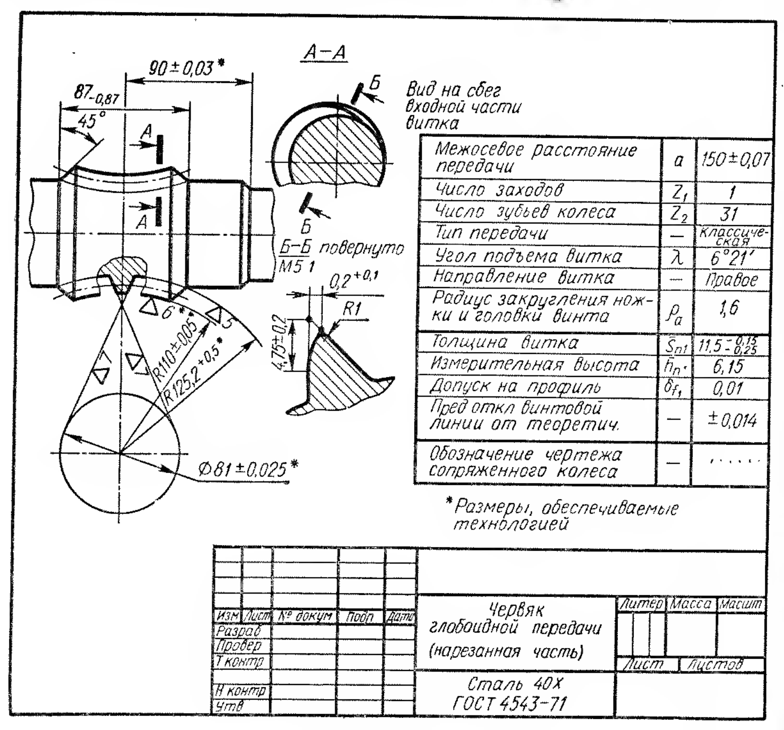


Рис. 410

Расчет геометрических параметров глобоидных червячных передач выполняют по ГОСТу 17696—72, а допуски берут по ГОСТу 16502—70.

Рабочие чертежи червяков и червячных колес глобоидных передач выполняют по ГОСТу 2.407—68.

На рис. 410 дан пример выполнения чертежа нарезанной части червяка червячной глобоидной передачи, а на рис. 411 — чертеж зубчатого колеса.

На изображении червяка (см. рис. 410) указывают:

а) радиус окружности выступов (в средней плоскости зубчатого венца колеса);

б) радиус окружности впадин в той же плоскости;

в) диаметр профильной окружности;

г) длину нарезанной части червяка (по впадинам или выступам);

д) расстояние от базового торца до средней плоскости червяка;

е) данные, определяющие контур нарезанной части червяка, например, угол обточки конических, а также диаметр и длину цилиндрических участков концов нарезанной части;

ж) данные о заделке входной части витка.

На изображении колеса червячной глобоидной передачи (рис. 411) указывают:

а) диаметр окружности выступов в средней плоскости зубчатого венца и предельное значение радиального биения поверхности выступов в этой плоскости;

б) наибольший диаметр зубчатого венца по выступам;

в) диаметр окружности впадин в средней плоскости зубчатого венца;

г) ширину зубчатого венца и предельное значение биения базового торца;

д) расстояние от средней плоскости зубчатого венца до базового торца;

е) данные, определяющие внешний контур зубчатого венца, например, радиус выточки на поверхности выступов, размеры фасок или радиусы закруглений торцовых кромок;

ж) данные о специальной форме зубьев.

На рабочем чертеже указывают шероховатость боковых поверхностей витков или зубьев колеса, поверхностей выступов и впадин. В случае необходимости вычерчивают рабочий профиль витков червяка или зубьев колеса.

В правом верхнем углу чертежа помещают таблицу параметров, состоящую из трех частей: первая — основные данные для изготовления, вторая — данные для контроля, третья — справочные данные.

В первой части таблицы параметров нарезанной части червяка приводят:

а) размер межосевого расстояния a с предельными отклонениями; б) число заходов z_1; в) число зубьев колеса; г) тип передачи (модифицированная или классическая); д) угол подъема витка λ в середине расчетного глобоида; е) направление витка (правое или левое); ж) радиус закругления ножки и головки ρ_a, ρ_f или размеры фаски головки витка.

Во второй части таблицы параметров нарезанной части червяка приводят: а) размер толщины витка $\bar{s}_{n1}$ (в нормальном сечении горловины расчетного глобоида) с предельными отклонениями и измерительная высота $\bar{h}_{n1}$; б) допуск на профиль δ_{f1}; в) предельные отклонения винтовой линии от теоретической.

В третьей части таблицы приводят: а) наладочные данные, например, число зубьев колеса $z_{2н}$ для наладки станка при нарезании червяка; б) обозначение чертежа сопряженного колеса; в) другие справочные данные.

В первой части таблицы параметров зубчатого венца колеса приводят: а) размер межосевого расстояния a с предельными отклонениями; б) число зубьев z_2; в) данные о сопряженном червяке: число заходов z_1 и направление витка; г) тип передачи (модифицированная или классическая); д) радиус закругления ножки зуба ρ_f.

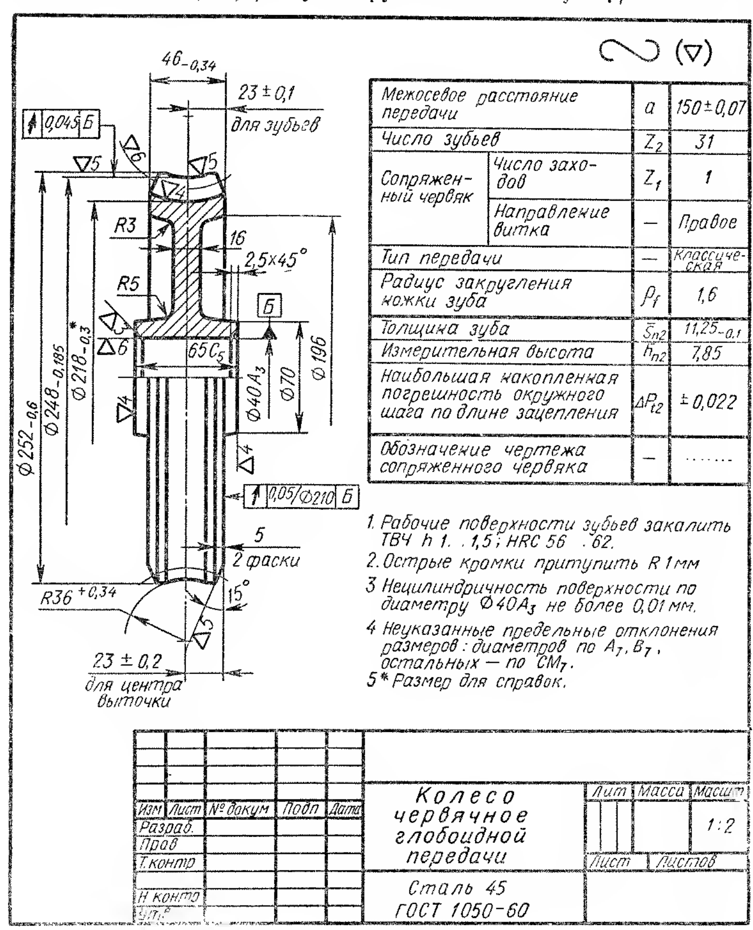


Рис. 411

Во второй части таблицы зубчатого венца указывают: а) размер толщины зуба $\bar{s}_{n2}$ с предельными отклонениями и измерительную высоту $\bar{h}_{n2}$; б) наибольшую накопленную погрешность окружного шага по длине зацепления Δp_{t2}.

В третьей части таблицы указывают обозначение червяка сопряженного червяка.

ГИПОИДНАЯ ПЕРЕДАЧА

Гипоидная передача состоит из двух конических зубчатых колес, заменяющих теоретические гиперболоидные колеса, оси которых в пространстве скрещиваются под углом 90° или под произвольным углом β. Если в обычных конических передачах начальные конусы колес имеют общую вершину и касаются по общей образующей, то вершины начальных конусов гипоидных колес не совпадают (рис. 412), а оси их смещены на величину так называемого гипоидного смещения.

Зубья гипоидных колес имеют пропорционально уменьшающуюся высоту от наружного диаметра к внутреннему. Форма зубьев криволинейная с несимметричным профилем в поперечном сечении.

Гипоидное зацепление оформляется по ГОСТу 2.402—68.

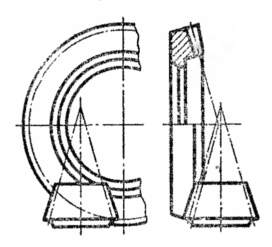


Рис. 412

ВИНТОВАЯ ЗУБЧАТАЯ ЭВОЛЬВЕНТНАЯ ПЕРЕДАЧА

Винтовая зубчатая эвольвентная передача состоит из двух обычных цилиндрических косозубых колес (в частном случае одно из них может быть прямозубым), оси которых перекрещиваются в пространстве под произвольным углом β; чаще β = 90°.

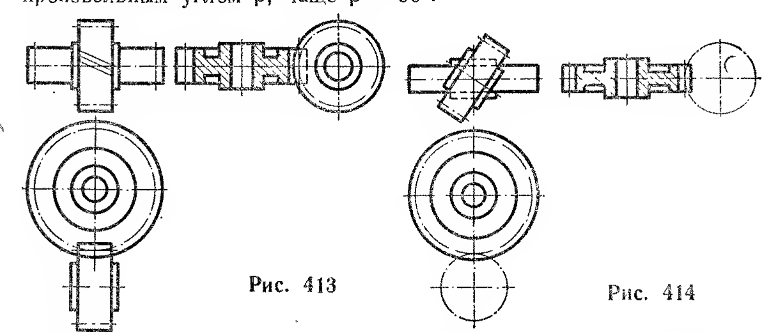


Рис. 413

Рис. 414

Углы наклона зубьев на делительных цилиндрах сопряженных колес β_1 и β_2 в общем случае не равны и при одинаковом направлении подъема винтовых линий связаны зависимостью $\beta_1 + \beta_2 = \beta$.

На рис. 413 приведено условное изображение зацепления винтовыми цилиндрическими зубчатыми колесами с пересечением осей под прямым углом (ГОСТ 2.402—68), а на рис. 414 — под углом, отличным от прямого. Во втором случае наклонное колесо изображают на видах слева и сверху только диаметром начальной окружности.

ЦЕПНАЯ ПЕРЕДАЧА

(роликовыми и втулочными цепями)

На рис. 383 было показано условное изображение звездочки цепной передачи, а на рис. 391 — условное изображение цепной передачи. Рассмотрим выполнение рабочего чертежа звездочки цепной передачи по ГОСТу 2.408—68 (рис. 415).

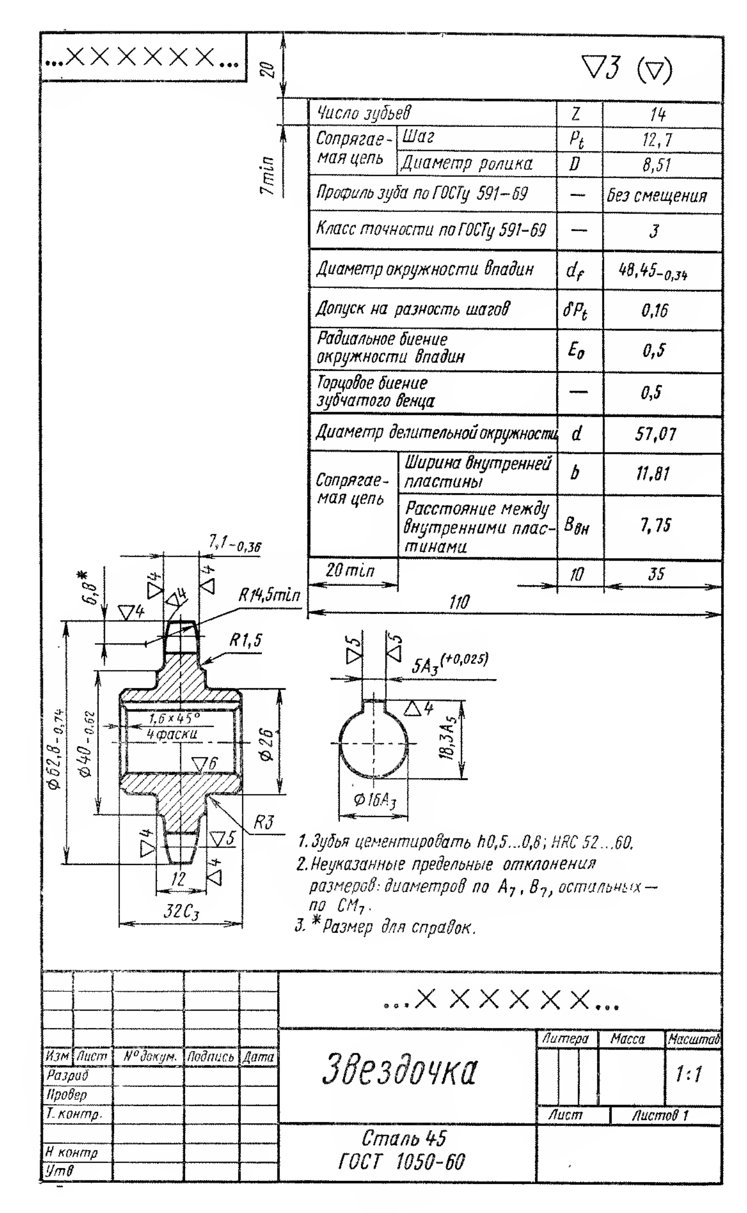


Рис. 415

На изображении звездочки указывают: а) ширину зуба звездочки; б) ширину венца для многорядной звездочки; в) радиус закругления зуба в осевой плоскости; г) расстояние от вершины зуба до линии центров дуг закруглений (в осевой плоскости); д) диаметр обода (наибольший); е) радиус закругления у границ обода (при необходимости); ж) диаметр окружности выступов; з) шероховатости поверхности профиля зубьев, торцовых поверхностей зубьев, поверхности выступов и поверхности закругления зубьев.

Заполнение таблицы параметров видно из рис. 415.

Оформление чертежей звездочек, состоящих из нескольких зубчатых венцов, выполняют по ГОСТу 2.408—68.

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ЗУБЧАТЫХ РЕЕК

Зубчатые рейки служат для преобразования вращательного движения в поступательное. Рабочие чертежи реек выполняют в соответствии с ГОСТом 2.404—68.

На рис. 416 показан пример выполнения зубчатой части рейки с прямыми зубьями.

На изображении зубчатой рейки указывают: а) ширину зубчатой части рейки; б) высоту зубчатой рейки; в) длину нарезанной части; г) направление наклона зуба для реек с косыми зубьями и величину угла наклона $\beta_д$; д) шероховатость боковой поверхности зубьев, поверхности впадин и поверхности выступов; е) рабочий профиль зубьев при необходимости; ж) размеры фасок или радиусы закруглений на кромках выступов и кромках торцов зубьев. Размеры фасок и радиусы закруглений допускается указывать в технических требованиях.

На рабочем чертеже рейки в правом верхнем углу выполняют таблицу параметров. Размеры, определяющие расположение таблицы на чертеже и размеры ее граф, указаны на рис. 416.

Таблица параметров, так же как и для всех зубчатых колес, состоит из трех частей, отделенных друг от друга сплошными основными линиями. В первой части таблицы приведены данные для изготовления, т. е. основные показатели, во второй части — данные для контроля и в третьей — справочные параметры. Указания, сделанные для заполнения таблицы параметров цилиндрических колес, практически полностью относятся и к зубчатым рейкам.

ШЛИЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Шлицевое соединение — это многошпоночное соединение, в котором шлицы выполнены заодно с валом. Шлицевые соединения изготовляют с зубьями прямоугольной, эвольвентной и треугольной формы. По сравнению со шпоночными шлицевые соединения позволяют осуществить лучшее центрирование деталей, обеспечивают большую направленность и равномерность движения колеса вдоль вала, обеспечивают большую прочность соединения при динамических и переменных нагрузках, уменьшают величину смятия на гранях зубьев.

ПРЯМОУГОЛЬНОЕ ШЛИЦЕВОЕ СОЕДИНЕНИЕ
(по ГОСТу 1139—58)

Стандартом предусмотрены три серии соединений — легкая, средняя и тяжелая, отличающиеся высотой и количеством зубьев. Соединения тяжелой серии имеют более высокие зубья и большее их количество по сравнению с легкой и средней сериями.

...XXXXXX...

∇3 (∇)

Модуль	m	5
Исходный контур	—	ГОСТ 13755—68
Степень точности по ГОСТу 10242—62	—	Ст. 8-Ш
Толщина зуба	$\bar{S}_x$	$7{,}85^{-0{,}26}_{-0{,}38}$
Измерительная высота	$\bar{h}_x$	5
Шаг	P_x	15,71
Число зубьев	Z	12

Рабочий профиль

A—A

1. Рабочие поверхности зубьев закалить ТВЧ h1...1,5; HRC 52...56.
2. Острые кромки притупить R1 мм.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров: диаметров по A_7, B_7, остальных — по CM_7.
4.* Размер для справок.

...XXXXXX...

Рейка зубчатая

Сталь 40 ГОСТ 1050—60

Масштаб 1:1. Листов 1

Рис. 416

Легкую серию применяют для неподвижных и слабонагруженных соединений; среднюю — для средненагруженных соединений и тяжелую — для наиболее тяжелых условий работы. Стандартные значения параметров прямобочных зубчатых соединений различных серий по ГОСТу 1139—58 приведены в табл. 145—147.

Шлицевые соединения различают также по способу центрирования втулки относительно вала. При центрировании по наружному диаметру D (рис. 417, *а*) или по внутреннему d (рис. 417, б) обеспечивается высокая степень соосности вала и втулки, которые применяют в механизмах, где требуется высокая кинематическая точность (самолеты, автомобили, станки и пр.). Выбор наружного или внутреннего диаметра в качестве центрирующего определяется требуемой твердостью поверхности соединения и его размерами. Так если отверстие термически обрабатывается или твердость материала допускает калибровку протяжкой после термообработки, то применяют центрирование по наружному диаметру D, как более экономичное.

Центрирование по боковым граням b (рис. 417, *в*) используют в тех случаях, когда строгая соосность не имеет значения, а необходимо обеспечить достаточную прочность соединения, поэтому это центриро-

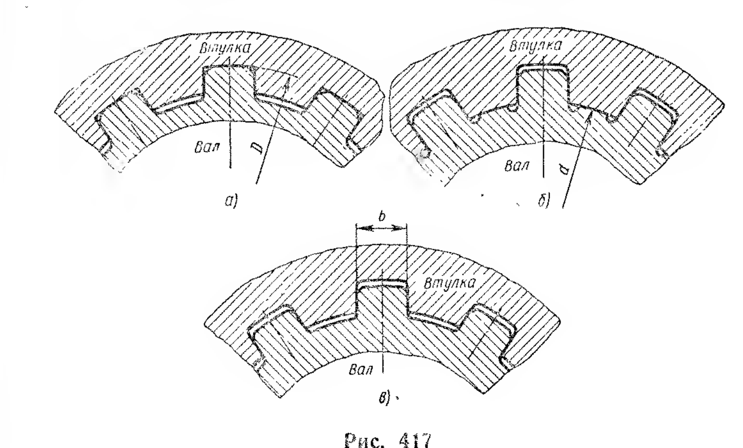


Рис. 417

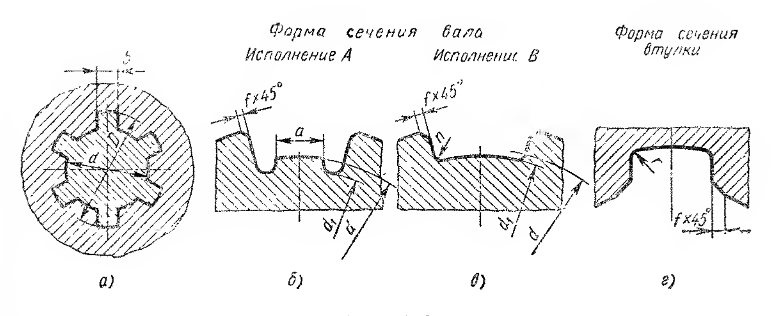


Рис. 418

вание чаще применяют для соединений тяжелой серии (например, соединение карданных валов автомобилей).

От способа центрирования зависит профиль шлицев. На рис. 418 изображены различные формы исполнения выступов и впадин для шлицев прямобочного профиля, предусмотренные стандартом.

Форма сечения втулки с пазами для шлицев показана на рис. 418, *г*, т. е. на углах выполняются фаски или скругления. Зубья шлицевого вала имеют также скругления или фаски (исполнение *В*, рис. 418, *в*), или канавки во впадинах (исполнение *А*, рис. 418 *б*). При центрировании по наружному диаметру *D* или по боковым сторонам зубьев *b* применяют шлицы исполнения *В*, а при центрировании по внутреннему диаметру *d* — шлицы исполнения *А*.

Форма сечения втулки во всех случаях одинаковая (рис. 418, *г*).

Номинальный размер шлицевого соединения прямобочного профиля есть размер $z \times d \times D$, где z — число зубьев, d — внутренний диаметр и D — наружный диаметр, например, 20×92×102.

ЭВОЛЬВЕНТНОЕ ШЛИЦЕВОЕ СОЕДИНЕНИЕ (по ГОСТу 6033—51)

Преимуществом эвольвентных шлицевых соединений является:

а) более совершенная технология изготовления шлицевого вала благодаря применению высокоточных зубообрабатывающих станков;

б) повышенная прочность вследствие утолщения эвольвентных зубьев к их основанию;

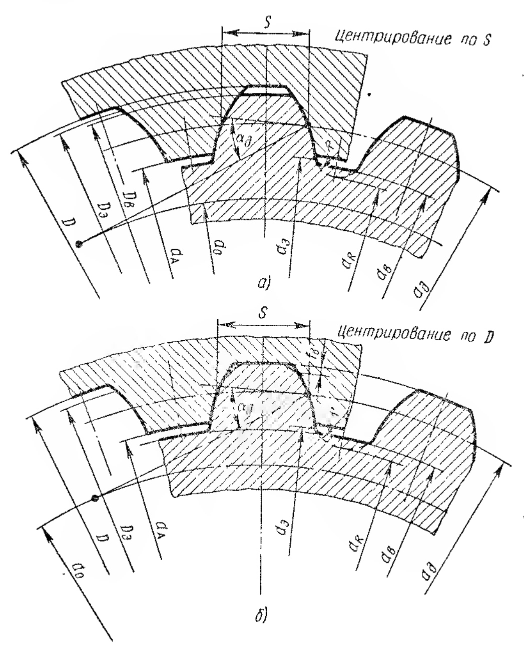


Рис. 419

в) лучшее центрирование сопрягаемых деталей и способность эвольвентных шлицевых втулок самоустанавливаться на валу под нагрузкой и др.

Стандарт предусматривает изготовление шлицевых соединений диаметром от 12 до 400 мм, с модулем от 1 до 10 мм.

Эвольвентные шлицевые соединения центрируют по наружному диаметру вала *D* (рис. 419, *б*) или по боковым граням *s* (рис. 419, *а*). Наибольшее применение находит центрирование по боковым граням зубьев.

Расчет геометрических параметров эвольвентного шлицевого соединения производят по формулам, близким к расчету цилиндрических зубчатых колес.

Дно впадин зубьев может быть плоским или закругленным (рис. 419). Закругленный профиль показан штрих-пунктирными линиями.

Номинальный размер вала или отверстия с эвольвентными шлицами, указываемый в условном обозначении, есть $D \times m \times z$, где D — наружный диаметр; m — модуль; z — число зубьев, например: Эв. 50×2,5×18.

ТРЕУГОЛЬНОЕ ШЛИЦЕВОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Треугольные шлицевые соединения применяются для неподвижных соединений при передаче небольших крутящих моментов. Основные параметры треугольных шлицевых соединений: число зубьев от 20 до 70; модуль от 0,2 до 1,5; угол впадин вала — 90, 75 и 60°. Центрирование — только по боковым сторонам зубьев. Пример треугольного шлицевого соединения в разрезе показан на рис. 420.

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ ДЛЯ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Значения предельных отклонений и их условное обозначение зависят от характера центрирования соединения.

Прямоугольное шлицевое соединение (по ГОСТу 1139—58).

При центрировании по внутреннему диаметру *d* предельные отклонения диаметра *d* отверстия выполняют по системе отверстия *А* и $А_{2а}$, а предельные отклонения диаметра *d* вала — с посадками *Г*; *П*; *С*; *Д*; *Х*; *Л*; $С_{2а}$; $Л_{2а}$.

При этом же центрировании предельные отклонения ширины

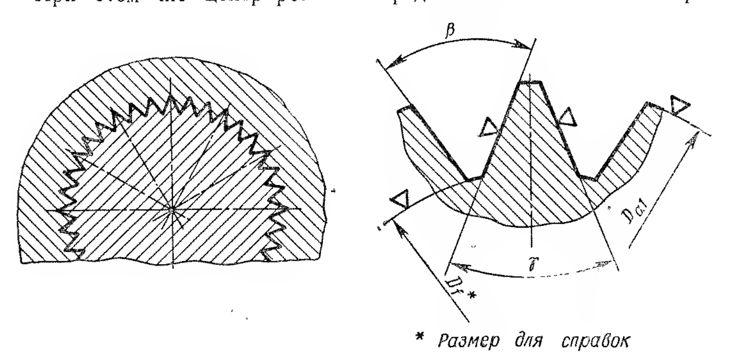


Рис. 420

Таблица 44

Посадка по		Поля допусков				
	d		отверстия	A		
			вала	$П$	X	$Л$
	b		отверстия	U_1		
			вала	$S_1П$	S_1X	S_2X

зуба b выполняют: для ширины впадины отверстия по системе отверстия, условно обозначаемой U_1 и U_2, а для толщины зубьев вала с посадками, условно обозначаемыми $S_1П$; S_1C; S_1X; S_2C; S_2X; $S_2Л$.

Для преимущественного применения при центрировании по диаметру d рекомендуются указанные в табл. 44 сочетания полей допусков размеров d и b.

При центрировании по внешнему диаметру D предельные отклонения диаметра D отверстия выполняют по системе отверстия A и A_3, а предельные отклонения диаметра D вала с посадками $Г$; $П$; C; $Д$; X; $Л$; $Ш$; C_{2a}; $Л_{2a}$.

При этом же центрировании предельные отклонения ширины зуба b выполняют для ширины впадины отверстия по системе отверстия, условно обозначаемой U_3 и U_4, а для толщины зубьев вала — по посадкам, условно обозначаемым $S_1П$; S_1C; S_1X; $S_2П$; S_2C; S_2X; $S_2Л$; $S_3Л$.

Для преимущественного применения при центрировании по D рекомендуются указанные в табл. 45 сочетания полей допусков размеров D и b.

Таблица 45

Посадка по		Поля допусков				
	D		отверстия	A		
			вала	$П$	X	X; $Л$
	b		отверстия	U_5		
			вала	$S_1П$	S_1X	S_2X

При центрировании по ширине зубьев b предельные отклонения ширины впадины отверстий устанавливаются по системе отверстия и условно обозначаются U_3 и U_4, а толщина зубьев вала выполняется по посадкам, условно обозначаемым $S_1П$; S_1X; $S_2П$; S_2X.

Для преимущественного применения рекомендуется брать поле допуска отверстия U_3, а поля допуска вала $S_1П$ и S_1X.

Во всех случаях центрирования предельные отклонения для нецентрирующих диаметров берут из таблиц, приведенных в ГОСТе 1139—58. Эти предельные отклонения соответствуют примерно допускам A_5; X_4; X_5.

Эвольвентное шлицевое соединение (по ГОСТу 6033—51). При центрировании по толщине зуба S предельные отклонения для величины S в отверстии условно обозначаются по стандарту S_3; S_{3a}; S_4, а предельные отклонения толщины зубьев вала выполняются с посадками, условно обозначаемыми S_3H; S_3C; S_3X; $S_{3a}H$; $S_{3a}C$; $S_{3a}X$; $S_4Ш$.

Числовые значения предельных отклонений даются в зависимости от модуля зубьев m.

При центрировании по наружному диаметру D предельные отклонения диаметров вала и отверстия назначаются по стандартам на посадки для гладких цилиндрических поверхностей в системе отверстия.

Рекомендуются следующие сочетания посадок:

$$\frac{A}{Г};\quad \frac{A}{П};\quad \frac{A}{C{=}B};\quad \frac{A}{Д};\quad \frac{A_{2a}}{Г};\quad \frac{A_{2a}}{C{=}B};\quad \frac{A_{2a}}{Д};\quad \frac{A_{2a}}{X}.$$

Посадки по ширине зуба S в этом случае рекомендуются:

$$\frac{S_{3a}}{S_{3a}X} \text{ и } \frac{S_4}{S_4Ш}.$$

Для нецентрирующих элементов (диаметров) рекомендуются посадки: для наружного диаметра $D_в$ — по X_3 или C_4, а для внутреннего диаметра d_A — по A_3, A_{3a}, A_4.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В условном обозначении шлицевых соединений с прямобочной формой зубьев указывают:

а) обозначение поверхности центрирования d, D или b;

б) номинальный размер отверстия, вала или соединения;

в) обозначение полей допусков (посадок) по центрирующему диаметру и по боковым сторонам зубьев.

Примеры условных обозначений отверстий со шлицами:

а) при центрировании по d: $d8\times42\times48A\cdot U_1$;

б) при центрировании по D: $D6\times23\times26A\cdot U_3$;

в) при центрировании по b: $b20\times92\times102U_3$.

Первая запись читается так: шлицевое отверстие с прямобочными зубьями, центрирование по внутреннему диаметру d, число зубьев 8, внутренний диаметр отверстия 42 мм, наружный диаметр 48 мм, поле допуска для внутреннего диаметра A, т. е. $42^{+0,027}$, поле допуска для ширины впадины отверстия U_1, т. е. $8^{+0,070}_{+0,040}$.

Примеры условных обозначений валов:

а) при центрировании по d: $d8\times42\times48X\cdot S_1X$;

б) при центрировании по D: $D6\times23\times26C\cdot S_2C$;

в) при центрировании по b: $b20\times92\times102S_1П$.

Первая запись читается так: шлицевый вал с прямобочными зубьями, центрирование по внутреннему диаметру d, число зубьев 8, внутренний диаметр вала 42 мм, наружный диаметр 48 мм, поле допуска для внутреннего диаметра X, т. е. $42^{-0,025}_{-0,050}$,

поле допуска для толщины зубьев вала S_1X, т. е. $8^{-0,022}_{-0,050}$.

Примеры условных обозначений соединений:

а) при центрировании по d: $d8\times42\times48\ \frac{A}{X}\cdot\frac{U_1}{S_1X}$;

б) при центрировании по D: $D6\times23\times26\ \frac{A}{C}\cdot\frac{U_3}{S_2C}$;

в) при центрировании по b: $b20\times92\times102\ \frac{U_з}{S_1П}$.

Последняя запись читается так: шлицевое соединение с прямобочными зубьями, центрирование по толщине зубьев b, число зубьев 20, внутренний диаметр 92 мм, наружный диаметр 102 мм, поле допуска для ширины впадин отверстий $U_з$, т. е. $7^{+0,050}_{+0,020}$, поле допуска для толщины зубьев вала $S_1П$, т. е. $7^{+0,008}_{-0,018}$.

В условное обозначение шлицевых соединений с эвольвентной формой зубьев входит:

а) сокращенное слово «Эв» (эвольвентный);

б) номинальные размеры отверстия, вала или соединения, включающие наружный диаметр D, модуль m и число зубьев z;

в) обозначение полей допусков (посадок) по центрирующему диаметру и по боковым сторонам зубьев.

Примеры условного обозначения соединения:

а) при центрировании по D: Эв. $50\times2{,}5\times18\ \frac{A}{П}\cdot\frac{S_{3a}}{S_{3a}X}$, т. е. соединение диаметром $D = 50$ мм, с модулем $m = 2{,}5$ мм, числом зубьев $z = 18$, с центрированием по D и с посадкой $\frac{A}{П}$ по диаметру D и с посадкой $\frac{S_{3a}}{S_{3a}X}$ по боковым сторонам зубьев S;

б) при центрировании по S: Эв. $50\times2{,}5\times18\ \frac{S_{3a}}{S_{3a}X}$;

в) обозначение отверстия того же соединения при центрировании по S: Эв.$50\times2{,}5\times18S_{3a}$;

г) то же, для вала: Эв.$50\times2{,}5\times18S_{3a}X$.

УСЛОВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ШЛИЦЕВЫХ ВАЛОВ, ОТВЕРСТИЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ
(по ГОСТу 2.409—68)

1. Окружности и образующие поверхностей выступов (зубьев) валов и отверстий показывают на всем протяжении сплошными основными линиями (рис. 421, 422).

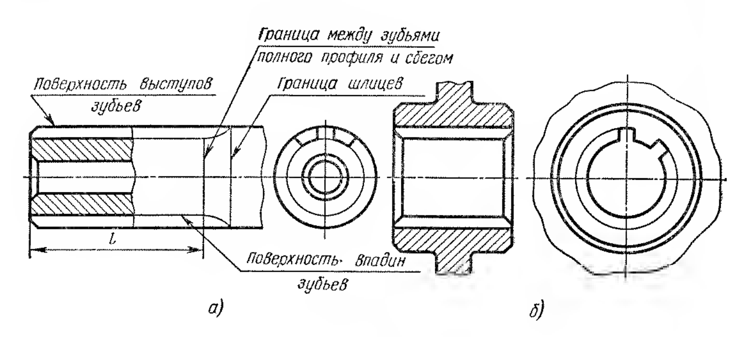


Рис. 421

2. Окружности и образующие поверхностей впадин показывают сплошными тонкими линиями (рис. 421, 422). Тонкая линия поверхности впадин должна пересекать линию границы фаски (рис. 422, *а*).

На продольных разрезах валов и отверстий образующие поверхностей впадин изображают сплошными основными линиями (рис. 421, *а*, 422, *б*).

В разрезах и сечениях, перпендикулярных к оси валов и отверстий, окружности впадин показывают сплошными тонкими линиями (рис. 422).

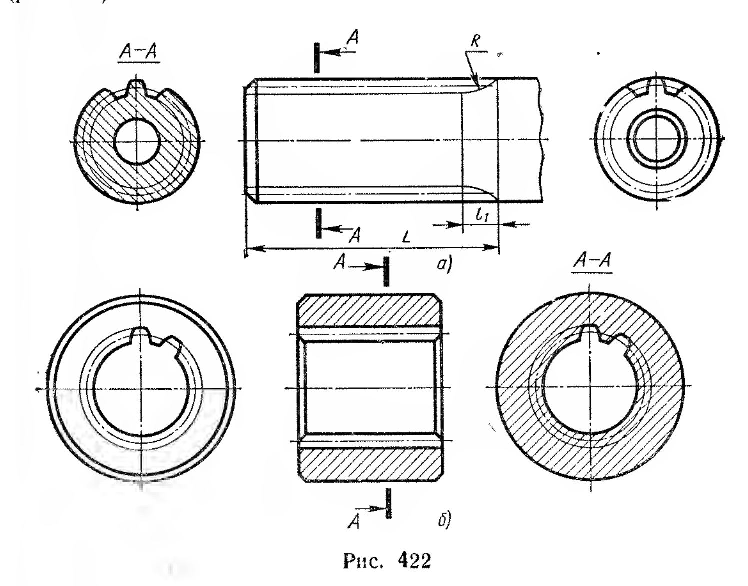


Рис. 422

3. На изображениях шлицевых соединений эвольвентного и треугольного профилей делительные окружности и образующие делительных поверхностей показывают тонкой штрих-пунктирной линией (рис. 422).

4. Границу зубчатой поверхности вала, а также границу между зубьями полного профиля и сбегом показывают сплошной тонкой линией (рис. 421, *а*, 422, *а*).

5. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси шлицевого вала или отверстия, изображают профиль одного зуба (выступа) и двух впадин без фасок, канавок и закруглений (рис. 421, *а*, 422). На этих изображениях не показывают фаски, имеющиеся в конце шлицевого вала или отверстия.

6. Если секущая плоскость проходит через ось зубчатого вала или отверстия, то на разрезах и сечениях валов зубья условно совмещают с плоскостью чертежа и показывают нерассеченными (рис. 421, *а*), а на разрезах и сечениях отверстий впадины условно совмещают с плоскостью чертежа (рис. 421, *б*, 422, *б*).

7. В разрезах зубчатых валов или отверстий линию штриховки доводят до линий впадин или выступов (рис. 421, 422).

8. На разрезах зубчатых соединений показывают только ту часть поверхности выступов отверстий, которая не закрыта валом (рис. 423, *а—в*). Радиальный зазор между зубьями и впадинами отверстия и вала, как правило, не показывают (рис. 423).

9. Допускается на сборочных чертежах на полке линии-выноски, проведенной от наружного диаметра вала, указывать условное обозначение зубчатого соединения по соответствующему стандарту или другому нормативно-техническому документу (рис. 423, *г*).

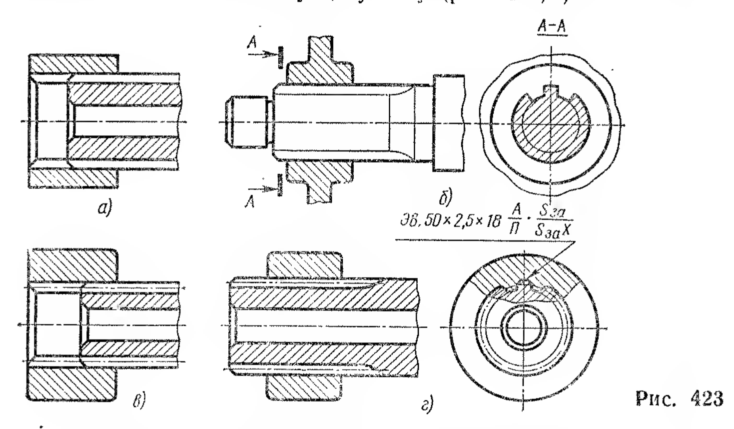


Рис. 423

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ЗУБЧАТЫХ ВАЛОВ И ОТВЕРСТИЙ (по ГОСТу 2.409—68)

На рис. 424 дан рабочий чертеж шлицевого вала с прямобочными шлицами. На изображении вала, полученного проецированием на плоскость, параллельную оси, указывают длину зубьев полного профиля l до сбега (рис. 421). Допускается при необходимости указывать полную длину зубьев L и наибольший радиус инструмента R или длину l_1 сбега (рис. 422, *а*).

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси, указывают размеры и предельные отклонения диаметров выступов D и впадин d, толщину зубьев валов b и ширину впадин отверстий b (рис. 424, 425).

Радиусы скруглений r и фаски f на зубьях и во впадинах рекомендуется указывать на выносном элементе, на котором могут быть также указаны и другие параметры, не перечисленные выше.

В верхнем правом углу чертежа, по указанным на рис. 425 размерам, выполняют таблицу параметров, где указывают условное обозначение вала или отверстия и число зубьев z.

На рис. 425 дан рабочий чертеж шлицевого отверстия с прямобочными зубьями.

На рис. 426 дан чертеж шлицевого вала с зубьями эвольвентного профиля. На чертеже указывают длину шлицев полного профиля, размеры и предельные отклонения диаметров выступов d_A и $D_в$ (при центрировании по $D—D$), диаметров впадин $d_в$ и D (при центрировании по $S—D_A$), диаметров окружностей, проходящих через начальные

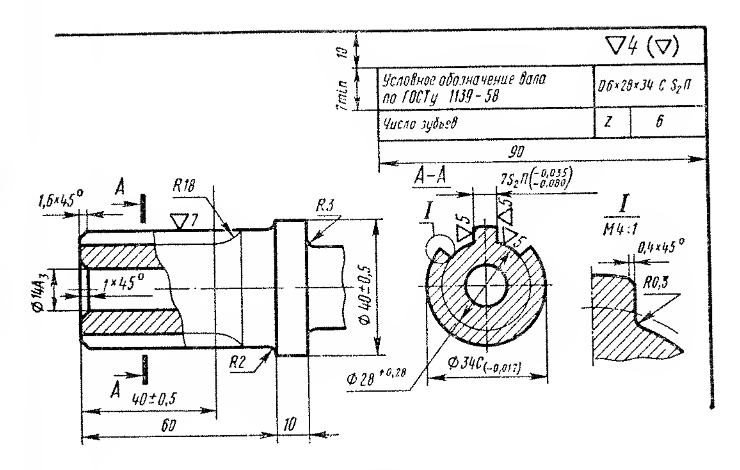


Рис. 424

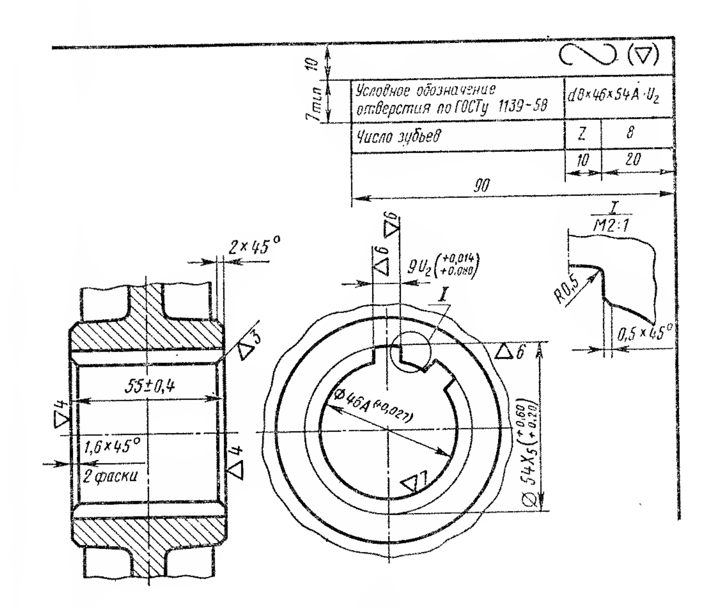


Рис. 425

точки переходных кривых $D_э$ и $d_э$, высоты фаски у кромки зуба вала $f_в$ (при центрировании по D) (рис. 426).

Оформление таблицы параметров и ее размеры видны из рис. 426.

На чертеже помещают под таблицей схему контроля толщины зубьев или ширины впадины при помощи измерительных роликов (рис. 426, *б*). Данные, необходимые для контроля деталей зубчатых соединений эвольвентного профиля при помощи измерительных роликов, приведены в ГОСТе 6528—53.

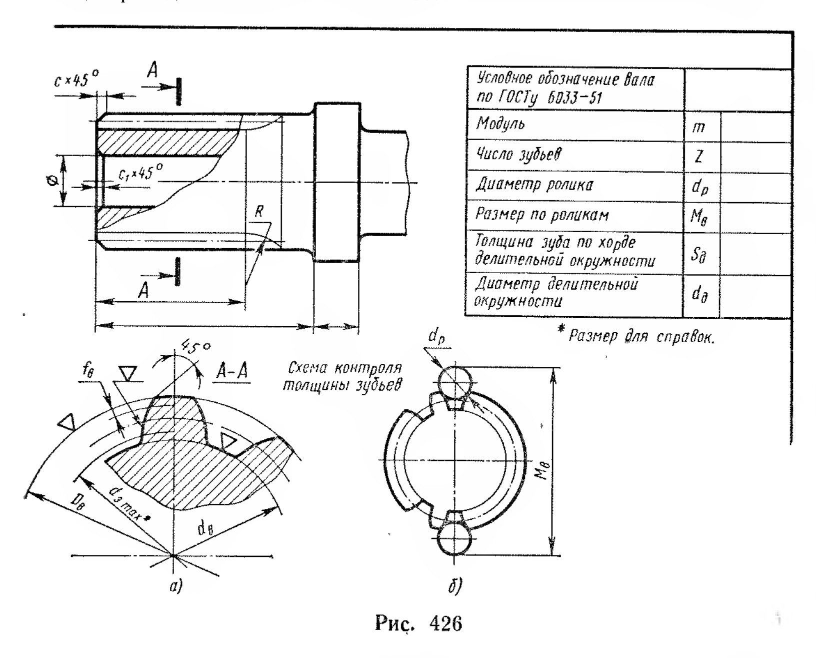


Рис. 426

При контроле зубчатых деталей комплексными калибрами графы таблиц с данными $d_р$, $M_в$ и $M_А$ не заполняют или исключают, и схему контроля зубьев на рисунке не приводят. В этом случае в технических требованиях помещают указание: «Зубья (шлицы) контролировать комплексными калибрами».

ПРУЖИНЫ

Пружиной называется деталь, предназначенная для поглощения и отдачи механической энергии путем использования сил упругости при ее деформации.

По конструкции различают многообразные витые, винтовые пружины растяжения, сжатия, кручения, плоские листовые однослойные и многослойные пружины (рессоры), плоские спиральные, кольцевые и различные фигурные гнутые пружины. В поперечном сечении витки пружин имеют круглую, квадратную или прямоугольную формы.

Пружины из проволоки небольшого диаметра (до 8—10 мм) или ленты толщиной до 2—3 мм навивают в холодном состоянии из предварительно термообработанных исходных материалов и после изготовления их подвергают, в случае необходимости, низкотемпературному отпуску. Пружины и рессоры с большими размерами сечений изготовляют в горячем состоянии и подвергают последующей термообработке.

Для предохранения пружин от коррозии применяют различные покрытия (фосфатирование, цинкование, хромирование, окраска, гуммирование и др.). На машиностроительных чертежах пружины изображают условно по ГОСТу 2.401—68.

При вычерчивании вида винтовой цилиндрической или конической пружины витки изображают прямыми линиями, соединяющими соответствующие участки контура.

В разрезе витки изображают прямыми линиями, соединяющими сечения (табл. 46). В разрезе допускается изображать только сечения витков.

Если пружина имеет более четырех витков, то с каждого конца показывают 1—2 витка, кроме опорных. Остальные витки не изображают, а проводят осевые линии через центры сечения витков по всей длине пружины (табл. 46, пп. 1—6, 8—11).

Пружины на чертежах изображают с правой навивкой.

При вычерчивании пакета тарельчатых пружин с числом пружин более четырех с каждого конца изображают только 2—3 пружины, а контур условно не показанной части пакета изображают тонкими сплошными линиями (табл. 46, п. 16).

Если диаметр проволоки или толщина сечения материала на чертеже 2 мм и менее, то пружину принято изображать одной линией толщиной 0,6—1,5 мм (табл. 46 пп. 1—18), многослойную пластинчатую пружину типа рессоры изображают по внешнему контуру пакета (табл. 46, п. 19).

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ПРУЖИН

ГОСТ 2.401—68 устанавливает правила выполнения рабочих чертежей пружин.

Изображения винтовых пружин на рабочих чертежах располагают горизонтально. Пружины изображают только с правой навивкой. Действительное направление навивки указывают в технических требованиях.

Если силовые параметры пружины подлежат контролю, то на рабочем чертеже помещают диаграмму испытаний пружины. На диаграмме указывают зависимость нагрузки от деформации или деформации от нагрузки.

Если заданным параметром является высота или деформация (линейная или угловая), то указывают предельные отклонения нагрузки — силы (рис. 427, 429) или момента (рис. 431, 432). Если же заданным параметром является нагрузка, то указывают предельные отклонения высоты или деформации (рис. 428).

Если для характеристики пружины достаточно задать только один исходный и зависимый от него параметр (например, P_2 и F_2; φ_2 и M_2), то допускается диаграмму на чертеже не строить, а указать эти параметры в технических требованиях.

Если у пружины контролируют две нагрузки (рис. 427, 429), то предельные отклонения высоты (длины) пружины не устанавливают. На рис. 427 показано, что общая длина H_0^* дается только как справочный размер.

Таблица 46

Условное изображение пружины

Наименование пружины	Условное изображение		
	на виде	в разрезе	с толщиной сечения на чертеже 2 мм и менее
1. Пружина сжатия из проволоки круглого сечения с неподжатыми и нешлифованными крайними витками			
2. Пружина сжатия с поджатыми по $^3/_4$ витка с каждого конца и шлифованными на $^3/_4$ окружности опорными поверхностями			
3. Пружина сжатия с поджатыми по одному витку с каждого конца и шлифованными на $^3/_4$ окружности опорными поверхностями			
4. Пружина сжатия с прямоугольным сечением витка с поджатыми по $^3/_4$ витка с каждого конца и шлифованными на $^3/_4$ окружности опорными поверхностями			
5. Пружина сжатия трехжильная с поджатыми по $^3/_4$ витка с каждого конца			
6. Пружина сжатия коническая из проволоки круглого сечения с поджатыми по $^3/_4$ витка с каждого конца и шлифованными на $^3/_4$ окружности опорными поверхностями			

Наименование пружины	Условное изображение		
	на виде	в разрезе	с толщиной сечения на чертеже 2 мм и менее
7. Пружина сжатия коническая (телескопическая) из заготовки прямоугольного сечения с шлифованными на $^3/_4$ окружности опорными поверхностями			
8. Пружина растяжения из проволоки круглого сечения с зацепами, открытыми с одной стороны и расположенными в одной плоскости			
9. Пружина растяжения из проволоки круглого сечения с зацепами, открытыми с противоположных сторон и расположенными в одной плоскости			
10. Пружина растяжения из проволоки круглого сечения с зацепами, расположенными под углом 90°			
11. Пружина кручения из проволоки круглого сечения с прямыми концами, расположенными под углом 90°			

Продолжение табл. 46

Наименование пружины	Условное изображение		
	на виде	в разрезе	с толщиной сечения на чертеже 2 мм и менее
12. Пружина кручения с прямыми концами, расположенными вдоль оси пружины			
13. Пружина спиральная плоская с отогнутыми зацепами			
14. Пружина тарельчатая с наклонными кромками			
15. Пружина тарельчатая с прямыми кромками			
16. Пакет со встречным расположением тарельчатых пружин			
17. Пакет с расположением тарельчатых пружин в одну сторону			
18. Пружина изгиба пластинчатая			
19. Пружина изгиба пластинчатая многослойная (рессора), стянутая хомутом			

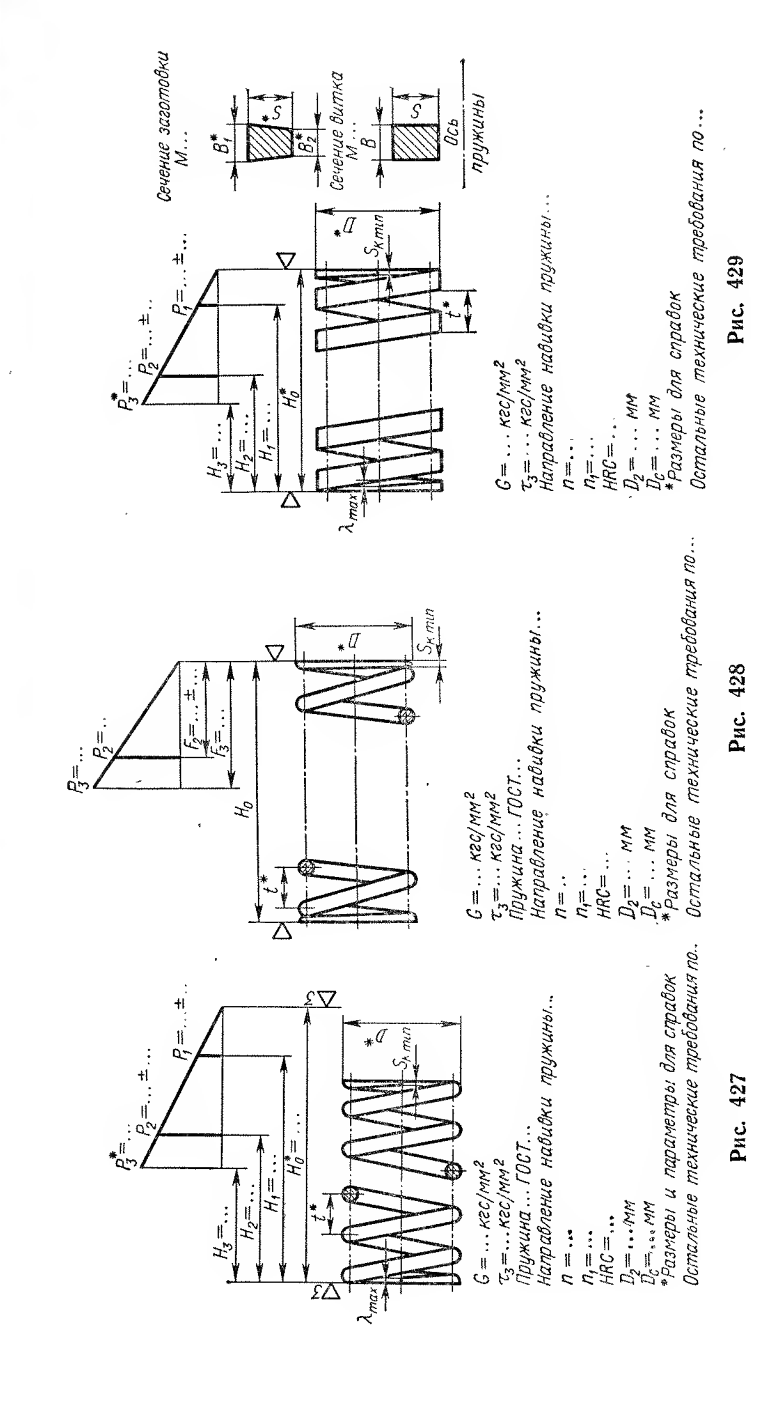


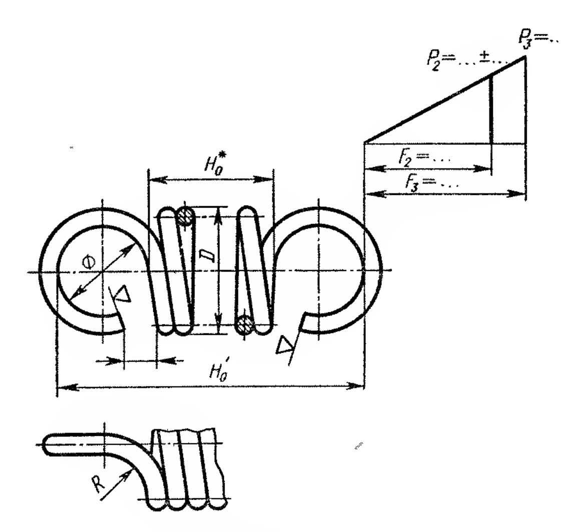
Рис. 427

Рис. 428

Рис. 429

Если контролируют только одну нагрузку или на чертеже не приводят диаграмму, то указывают предельное отклонение высоты (длины) пружины в свободном состоянии (рис. 429, 430).

При ограничении размеров только по внутреннему или наружному диаметрам винтовой пружины на рабочем чертеже указывают только одно из требований контроля по стержню $D_с$ или по гильзе $D_г$.



$G=$ кгс/мм²
$\tau_3=$ ..кгс/мм²
Направление навивки пружины.
$n=$
$HRC=$
*Размеры и параметры для справок.
Остальные технические требования по .

Рис. 430

Если же на чертеже помещены предельные отклонения диаметра пружины, то требований о контроле по стержню или по гильзе не помещают.

Значения силы P_3, момента M_3, деформации пружины осевой F_3 и угловой φ_3, угла между зацепами пружины α_3, числа оборотов барабана спиральной пружины ψ_3, высоты пружины под нагрузкой H_3, модуля сдвига G, модуля упругости E, максимального напряжения при кручении τ_3 и при изгибе σ_3 указывают на чертежах как справочные.

На чертеже пружины стандартизованной конструкции значения величин G, E, τ_3, σ_3 допускается не указывать, делая ссылку в технических требованиях на стандартизованную пружину.

Величину твердости указывают при необходимости только на чертеже пружины, подвергающейся после навивки термической обработке.

$E=$... кгс/мм²
$\sigma_3=$...кгс/мм²
Направление спирали...
$n=$...
$HRC=$...
*Размеры и параметры для справок.
Остальные технические требования по...

Рис. 432

$E=$...кгс/мм²
$\sigma_3=$...кгс/мм²
Направление навивки.
$n=$...
$HRC=$...
*Размеры и параметры для справок.
Остальные технические требования по...

Рис. 431

Сортамент материала пружины указывают в графе «Материал» основной надписи. Когда необходимо учитывать изменение размеров сечения, на чертеже показывают форму и размеры сечения витка готовой пружины (рис. 429).

На чертеже пружины основные технические требования рекомендуется приводить в следующей последовательности:

$G = \ldots$ кгс/мм²
$E = \ldots$ кгс/мм²
$\tau_з = \ldots$ кгс/мм²
$\sigma_з = \ldots$ кгс/мм²
Пружина . . . ГОСТ . . .
направление навивки пружины . . .
Направление свивки троса . . .
$i = \ldots$
$n = \ldots$
$n_1 = \ldots$
$HRC = \ldots$
$D_г = \ldots$ мм
$D_с = \ldots$ мм
* Размеры для справок.
* Параметры для справок.
* Размеры и параметры для справок.
Пакет пружин маркировать на бирке и применять комплектно.
Остальные технические требования по . . .

Условные обозначения, установленные для параметров пружин:

высота (длина) пружины в свободном состоянии — H_0;
высота тарельчатой пружины в свободном состоянии — h_0;
высота (длина) пружины в свободном состоянии между зацепами — H_0';
высота (длина) пружины под нагрузкой — H_1, H_2, H_3;
деформация (прогиб) пружины осевая — F_1, F_2, F_3;
деформация тарельчатой пружины максимальная — f_3;
деформация пружины угловая — φ_1, φ_2, φ_3;
диаметр проволоки или прутка — d;
диаметр пружины наружный — D;
диаметр пружины внутренний — D_1;
диаметр конической пружины наружный малый — D';
диаметр контрольного стержня — $D_с$;
диаметр контрольной гильзы — $D_г$;
длина развернутой пружины — L;
зазор между концом опорного витка и соседним рабочим витком — λ;
момент силы — M_1, M_2, M_3;
напряжение, касательное при кручении, — τ_1, τ_2, τ_3;
напряжение, нормальное при изгибе, — σ_1, σ_2, σ_3;
сила пружины осевая — P_1, P_2, P_3;
сила межвиткового давления — $P_н$;

толщина (высота) сечения — s;
угол между зацепами пружины кручения в свободном состоянии — α_0;
угол между зацепами пружины кручения под нагрузкой — α_1, α_2;
число рабочих витков или тарельчатых пружин в пакете — n;
число витков полное или число витков спиральной пружины в свободном состоянии — n_1;
шаг пружины — t;
ширина сечения — B;
ширина опорной плоскости тарельчатой пружины — b.

Обозначения параметров H; F; φ; M; τ; σ; P; α; с индексом 1 применяют для указаний величин, соответствующих предварительной деформации, с индексом 2 — рабочей деформации и с индексом 3 — максимальной деформации пружины.

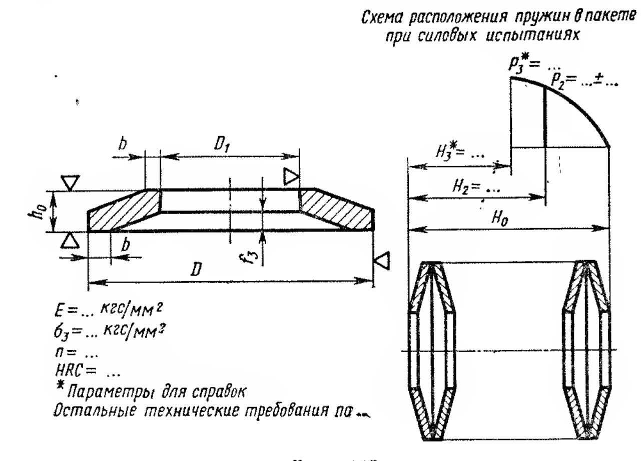


Рис. 433

Примеры изображения пружин на рабочих чертежах и указания технических требований приведены на рис. 427—430. При выполнении рабочих чертежей буквенные обозначения размеров на изображении заменяют числовыми величинами.

На рис. 427 изображен рабочий чертеж пружины сжатия с поджатыми по $^3/_4$ витка с каждого конца и шлифованными на $^3/_4$ окружности опорными поверхностями.

На рис. 428 изображена пружина сжатия с поджатыми по одному витку с каждого конца и шлифованными на $^3/_4$ окружности опорными поверхностями.

На рис. 429 изображена пружина сжатия с прямоугольным сечением витка с поджатыми по $^3/_4$ витка с каждого конца и шлифованными на $^3/_4$ окружности опорными поверхностями.

На рис. 430 изображен рабочий чертеж пружины растяжения из проволоки круглого сечения с зацепами, открытыми с одной стороны и расположенными в одной плоскости.

На рис. 431 изображена пружина кручения из проволоки круглого сечения с прямыми концами, расположенными под углом 90°.

На рис. 432 изображен рабочий чертеж плоской спиральной пружины из заготовки прямоугольного сечения с отогнутыми зацепами.

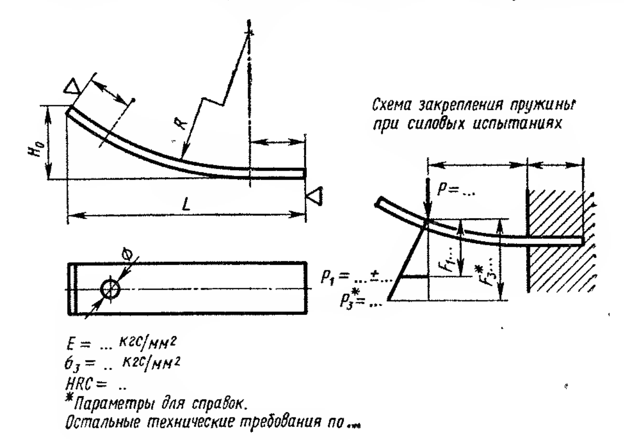


Рис. 434

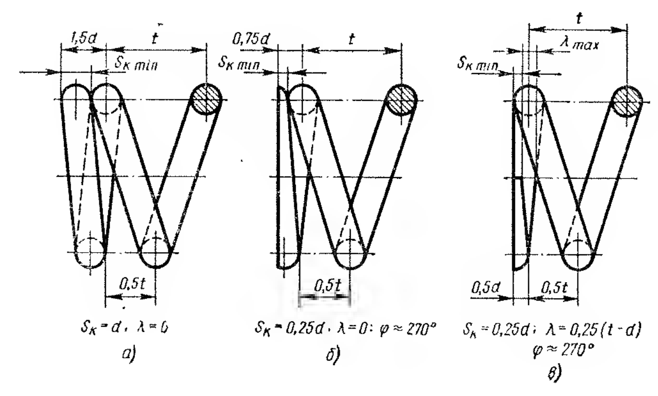


Рис. 435

На рис. 433 изображен рабочий чертеж тарельчатой пружины с прямыми кромками.

На рис. 434 изображен чертеж пластинчатой пружины изгиба.

На рис. 435, *а* показано изображение поджатого целого нешлифованного витка, на рис. 435, *б* поджат целый виток, зашлифованный на $^3/_4$ дуги окружности: $S_к = 0{,}25d$; $\lambda = 0$; на рис. 435, *в* поджато $^3/_4$ витка, зашлифовано $^3/_4$ дуги окружности: $S_к = 0{,}25d$; $\lambda = 0{,}25\ (t-d)$.

Для тарельчатых пружин с контролируемыми силовыми параметрами на рабочем чертеже приводят схему расположения пружин в пакете с указанием зависимости между силой и деформацией всего пакета (рис. 433).

Если в механизме используют только одну тарельчатую пружину с контролируемыми силовыми параметрами, то диаграмму можно приводить и для одной пружины.

Для пластинчатой пружины с контролируемыми силовыми параметрами кроме диаграммы на чертеже приводят схему закрепления пружины и указывают размеры от точки приложения нагрузки до места закрепления (рис. 434).

14 Заказ 1011

Глава VII

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАБОЧИМ ЧЕРТЕЖАМ. ЭСКИЗЫ И РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ. СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ. ДЕТАЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАБОЧИМ ЧЕРТЕЖАМ

(по ГОСТу 2.109—73)

Требования к выполнению рабочих чертежей деталей и сборочных чертежей рассматриваются в ГОСТе 2.109—73.

Рассмотрим общие требования к рабочим чертежам.

1. Рабочие чертежи в совокупности с другими документами, входящими в комплект конструкторской документации, а также с документами, на которые имеется ссылка, должны давать полное представление об устройстве изделия и его составных частей и содержать все данные, необходимые для его изготовления, контроля, испытания и приемки.

Рабочие чертежи выполняют, как правило, на все детали, входящие в состав изделия. Ниже будут приведены случаи допускаемых исключений из этого правила.

Количество сборочных рабочих чертежей должно быть минимальным, но достаточным для проведения по ним рационального процесса сборки изделия.

2. Каждый чертеж выполняют иа отдельном листе формата, установленного ГОСТом 2.301—68. Если все необходимые изображения не размещаются на одном листе, то допускается чертеж выполнять на двух и более листах, с указанием на каждом листе его порядкового номера и на первом листе — общего количества листов, на которых выполнен чертеж.

На каждом листе чертежа помещают основную надпись н дополнительные графы к ней в соответствии с требованиямн ГОСТа 2.104—68. Всем листам одного чертежа присваивают одно и то же обозначение и наименование.

Главное изображение изделия вычерчивают на первом лнсте и не надписывают, а на всех последующих лнстах над изображениями (видами, разрезами и сечениями) должны быть сделаны надписи в соответствии с ГОСТом 2.305—68. Пример подобной записи, выполненной не на первом листе: $\frac{A - A}{(\text{см. лист 1, зона } B5)}$.

Для рабочих чертежей, выполняемых на нескольких листах или иа форматах, превышающих формат 24, для быстрого нахождения мест расположения изображений, а также тех или иных составных частей изделий рекомендуется производить условное деление поля чертежа иа зоны в соответствии с ГОСТом 2.104—68 (см. с. 124).

3. В основной надписи чертежа и в спецификации наименование изделия записывают в именительном падеже в единственном числе.

Наименование должно соответствовать прннятой терминологии и быть по возможности кратким. Если наименование состоит из нескольких слов, то на первом месте помещают имя существительное, например, «Колесо зубчатое», «Вал шлицевый» и др.

Назначение и местоположение изделия в наименованяе включать не следует.

4. На чертежах применяют условные обозначения (линии, знаки, буквенные и буквенно-цифровые обозначения), установленные государственными стандартами. Условные обозначення не следует сопровождать какими-лнбо поясняющими надписями и указаниями номеров стандартов, за исключением тех случаев, когда это специально предусмотрено, например, при обозначении некоторых видов резьбы, при обозначении накатки и др. Например, Ц27 ГОСТ 6042—51 — обозначение круглой резьбы для цоколей и патронов электрических ламп.

Если условные обозначения выполняют не по государственным, а по отраслевым стандартам, то ссылка на последние обязательна.

Допускается применять на рабочих чертежах условные обозначения, не предусмотренные никакими стандартамн. В этих случаях расшифровку условных обозначений выполняют на поле чертежа.

Размеры условных знаков должны соответствовать требованиям стандартов, а при их отсутствии выполняют исходя из условия наглядности и ясности чертежа. Размеры выдерживают одинаковыми при многократном повторении.

5. Рабочие чертежи следует разрабатывать так, чтобы при их использованин требовался минимум дополнительных документов и чтобы на чертеже содержался мннимум ссылок на другие документы.

Допускается на чертежах давать ссылки на технические условия, стандарты, инструкцни и другие документы прн условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования и не затрудняют использования чертежей на производстве.

Если на чертежах дана ссылка на заводские документы внутреннего пользования, то при передаче конструкторской документации другому предприятию эти документы должны быть приложены к комплекту.

6. Не допускается на рабочих чертежах давать ссылки на отдельные пункты стандартов или на документы, определяющие форму и размеры конструктивных элементов изделия, таких как проточки, канавки, фаски, гнезда и пр., еслн они не имеют условного обозначения. На чертеже должны быть приведены эти элементы со всеми данными, необходимыми для их изготовления.

В случае необходимости допускается на чертеже приводить полный текст какого-либо пункта стандарта нли давать ссылку на весь документ в целом нли на отдельные его разделы.

7. Не допускается на рабочих чертежах помещать технологические указания (графические и текстовые), которые без необходимости ограничивают технолога в выборе технологического процесса и вызывают затруднения в использовании чертежей на разных предприятиях. На рабочих чертежах нельзя указывать номера приспособлений и инструмента, последовательность операций обработки, режимы резания и пр.

Тем не менее, косвенно, технологические указания находят в той или иной степени отражение на чертежах, например, вследствие фиксации на чертеже определенного вида сортового материала (уголок, лента, лист); изготовления составных частей изделия из заготовок (отливка, поковка и пр.); применения совместной обработки нескольких деталей; принятия определенного варианта нанесения размеров; фиксации способа сборки изделия (опрессовка, развальцовка и др.).

В виде исключения при разработке рабочих чертежей допускается указание на применение определенных приемов и способов обработки и сборки в тех случаях, когда последние являются единственными, гарантирующими требуемое качество изделия.

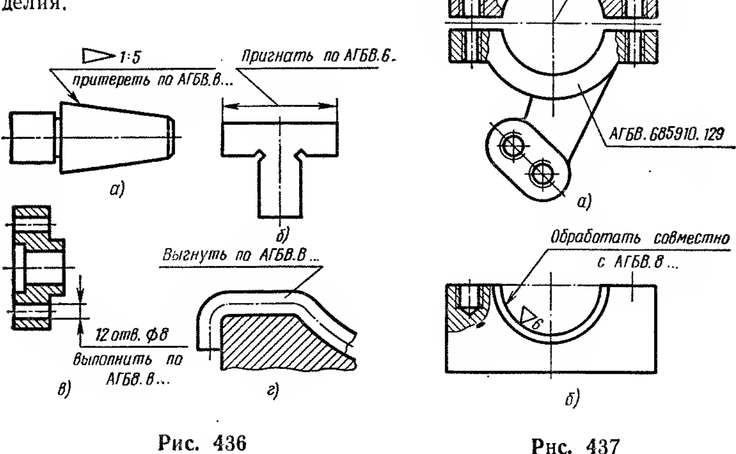


Рис. 436

Рис. 437

Сюда относят, например: а) совместное изготовление смежных и совместно работающих частей изделия путем механической обработки общей заготовки с последующим ее разрезом на отдельные части; б) совместную термическую обработку деталей; в) выполнение одной детали по другой, т. е. совместную гибку, развальцовку и т. п., либо одна из деталей служит в качестве кондуктора для изготовления отверстий в другой детали; г) совместную пропитку изделий; д) совместную притирку деталей и пр.

Во всех этих случаях принято на чертежах делать надписи и указания подобно приведенным на рис. 436, *а—г*, 437, *а*, *б*.

Для сварных конструкций указывают вид и способ сварки в условном обозначении шва.

Для изделий индивидуального производства на чертежах, предназначенных для использования на конкретном предприятии, допускается помещать различные указания по технологии изготовления и контроля изделий.

8. На рабочем чертеже изделия указывают размеры, предельные отклонения, обозначение шероховатости поверхностей и другие данные, которым оно должно соответствовать перед сборкой или сваркой

или перед дополнительной обработкой по чертежу другого изделия, для которого данное является заготовкой (рис. 438, *а*).

Предельные отклонения размеров должны быть такими, которые обеспечили бы наличие наименьшего необходимого припуска на обработку и не делали бы этот припуск чрезмерно большим, затрудняющим окончательную обработку детали при сборке.

Размеры, предельные отклонения и шероховатость поверхностей элементов деталей, получающиеся в результате обработки в процессе сборки или сварки или после них, указывают на сборочном чертеже (рис. 438, *б*).

Изделия, при изготовлении которых предусматривается припуск на последующую обработку отдельных элементов в процессе сборки, допускается изображать на рабочем чертеже с теми размерами, обозначениями шероховатости поверхности и другими данными, которым они должны соответствовать после окончательной обработки.

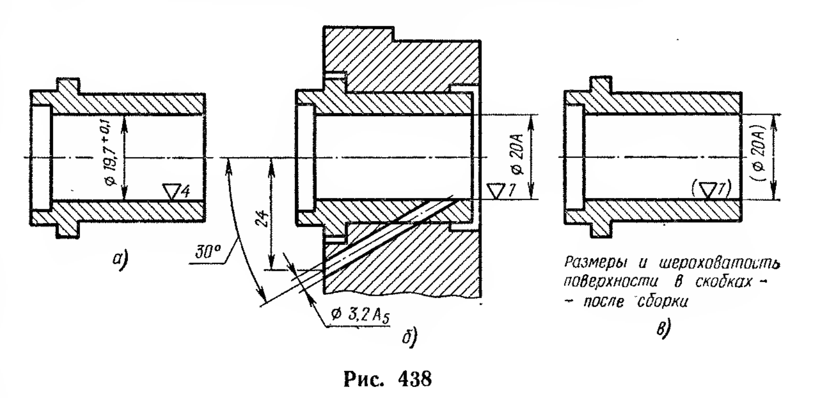


Рис. 438

Такие размеры и обозначения шероховатости поверхности заключают в скобки, а в технических требованиях на поле чертежа делают запись типа: «Размеры и шероховатость поверхности в скобках — после сборки» (рис. 438, *в*).

9. При необходимости получения декоративных поверхностей изделий и их составных частей или защиты этих поверхностей от коррозии на них наносят различные покрытия. Для покрытия применяют краски, лаки, окисные пленки, предохранительные смазки, покрытие антикоррозионными металлами, например, цинкование, никелирование, хромирование и пр.

На чертежах изделий и их составных частей даются исчерпывающие указания о виде покрытия и о предъявляемых к покрытию требованиях. Согласно ГОСТу 9791—68 для металлических покрытий, указывают способ его нанесения, материал покрытия, толщину, степень блеска, вид дополнительной обработки. Нанесение на чертежах обозначений покрытий дано в ГОСТе 2.310—68 (см. с. 237).

На рабочих чертежах изделий, подвергаемых покрытию, указывают размеры и шероховатость поверхности до покрытия. Допускается одновременно указывать размеры и шероховатость поверхности до и после покрытия. При этом размеры и обозначение шероховатости поверхности до покрытия наносят на контурной линии детали, а после

покрытия — на штрих-пунктирной утолщенной линии, обозначающей поверхности, подвергаемые покрытию (рис. 439, *а*).

Если необходимо указать размеры и шероховатость поверхности только после покрытия, то соответствующие размеры и обозначения шероховатости отмечают знаком «*» и в технических требованиях делают запись типа: «* Размеры и шероховатость поверхности после покрытия» (рис. 439, *б*, *в*).

10. На чертежах помещают необходимые данные, характеризующие свойства материала готовой детали и материала, из которого деталь должна быть изготовлена. При выборе материала конструктор исходит из конструктивных, технологических и экономических требований, т. е. материал должен обладать необходимыми характеристи-

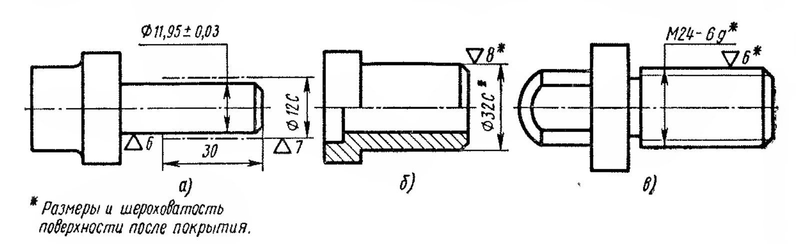


Рис. 439

ками, отвечающими техническому заданию и техническим условиям (прочность, упругость, масса, электропроводность, коррозионностойкость и пр.), должен обеспечивать наименьшую трудоемкость и рациональное построение технологического процесса, а также наименьшую себестоимость изделия.

Марки материалов обозначают в соответствии с присвоенными им в стандартах обозначениями. При отсутствии стандарта на материал его обозначают по техническим условиям. В приложении даны марки различных материалов и их условные обозначения.

В основной надписи чертежа детали указывают не более одного вида, наименования и одной марки материала. Если для изготовления детали предусматривается использование заменителей материала, то их указывают в технических требованиях, технических условиях или в других документах.

По характеру конструктивных требований материалы, применяемые для изготовления изделий и их составных частей, подразделяются на: а) материалы, сортамент которых не определяется конструкцией; б) материалы, сортамент которых определяется конструкцией.

В первом случае при условном обозначении материала указывают: 1) наименование материала (например: Сталь, Бронза и др.). Допускается не указывать наименование, когда в марке материала содержится сокращенное его наименование «Ст», «СЧ», «КЧ», «Бр»; 2) марку материала; 3) дополнительные качественные характеристики материала (например, «отожженный»); 4) номер стандарта, устанавливающего указанные выше данные и требования.

На чертежах деталей, конструкция которых требует, чтобы они были изготовлены только из сортового материала определенного профиля и размера (уголок, проволока, лист, калиброванный пруток и т. д.), указывают дробью условное обозначение, включающее требова-

ние как к качественным показателям материала, так и к сортовому материалу, т. е. кроме характеристики материала дополнительно указывают: 1) наименование сортового материала; 2) размерную характеристику (например, диаметр, толщину и пр.); 3) качественные характеристики сортового материала (например, классы точности, твердость, сорт и др.); 4) номер стандарта.

Приведем примеры.

Обозначение листовой стали — легированной (толщиной 0,8 мм) и углеродистой (толщиной 6 мм):

$$\text{Лист}\ \frac{\text{В 0,8 ГОСТ 3680—57}}{\text{65Г ГОСТ 1542—54}};$$

$$\text{Лист}\ \frac{\text{6 ГОСТ 5681—57}}{\text{Ст3 ГОСТ 500—58}}.$$

Обозначение круглой стали марки Ст4 диаметром 30 мм:

$$\text{Круг}\ \frac{\text{30 ГОСТ 2590—57}}{\text{Ст4 ГОСТ 535—58}}.$$

Обозначение шестигранной калиброванной стали марки 40 размером «под ключ» 25, 5-го класса точности:

$$\text{Шестигранник}\ \frac{\text{25-5 ГОСТ 8560—67}}{\text{40 ГОСТ 1051—59}}.$$

11. Конструктор при разработке рабочих чертежей должен предусмотреть:

1) оптимальное применение стандартных и покупных изделий, а также других изделий, освоенных ранее производством и соответствующих современному уровню техники;

2) рационально ограниченную номенклатуру размеров, предельных отклонений, резьб, шлицев и других конструктивных элементов;

3) рационально ограниченную номенклатуру марок и сортаментов материалов и покрытий;

4) необходимую степень взаимозаменяемости, наивыгоднейшие способы изготовления и ремонта изделий, а также их максимальное удобство в эксплуатации.

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ, СБОРОЧНЫХ, ОБЩИХ ВИДОВ, ГАБАРИТНЫХ И МОНТАЖНЫХ

(по ГОСТу 2.109—73)

ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

1. Рабочие чертежи, как правило, разрабатываются на каждую деталь. Допускается не выпускать чертежи в случаях:

а) изготовления детали из фасонного или сортового материала отрезкой их под прямым углом, а также из листового материала — резкой по окружности или периметру прямоугольника без последующей обработки, если к шероховатости поверхности в местах отрезки не предъявляется особых требований;

б) несложных по конфигурации деревянных конструкций;

в) для одной из деталей изделия в случаях, когда деталь больших размеров и сложной конфигурации соединяется с деталью менее

сложной и меньших размеров запрессовкой, пайкой, сваркой, клепкой, склейкой и т.п.

Все размеры и другие данные, необходимые для изготовления и контроля основной детали, помещают на сборочном чертеже;

г) деталей изделий индивидуального производства, форма и размеры которых (длина, радиус сгиба и т. п.) устанавливаются по месту, например, отдельные части ограждений и настила, отдельные листы обшивки каркасов и переборок, полосы, угольники, доски, бруски, трубы и т. п.

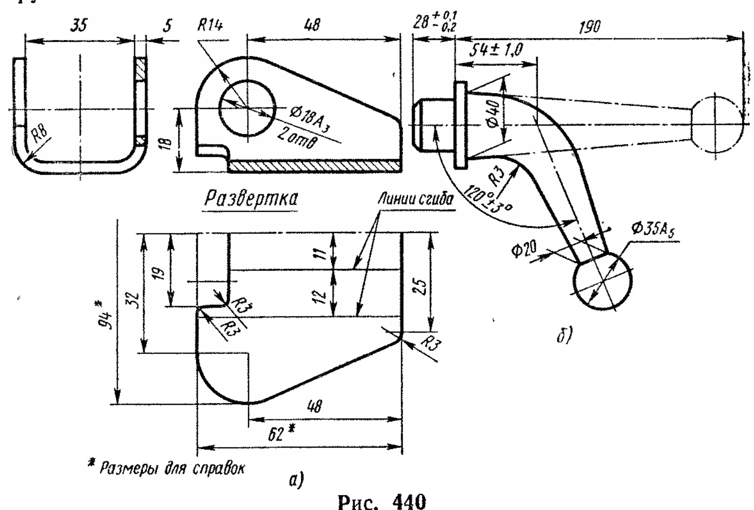


Рис. 440

Необходимые данные для изготовления и контроля деталей, на которые не выпускают чертежи, указывают на сборочных чертежах и в спецификации;

д) покупных деталей, применяемых без дополнительной обработки, если условные обозначения, установленные для них в нормативно-технической документации, полностью и однозначно определяют их (например, шарикоподшипники, электролампы, электродвигатели, шайбы, заклепки и др.);

е) покупных деталей, подвергаемых антикоррозионному или декоративному покрытию, не изменяющему характер сопряжения со смежными деталями (например, кадмирование покупных пружинных шайб). В этом случае указание о покрытии приводят на сборочном чертеже.

На стандартные либо нормализованные непокупные части изделий, подлежащие изготовлению на предприятии-изготовителе, должны быть разработаны полностью все рабочие чертежи с указанием материала, размеров и всех данных, необходимых для изготовления и приемки их.

2. Если изображение детали, изготовляемой гибкой, не дает представления о действительной форме и размерах отдельных ее элементов, то на чертеже помещают частичную или полную развертку детали. Над изображением развертки помещают надпись: «Развертка» (рис. 440, *а*). На изображении развертки наносят только те размеры, которые невозможно указать на изображении готовой детали.

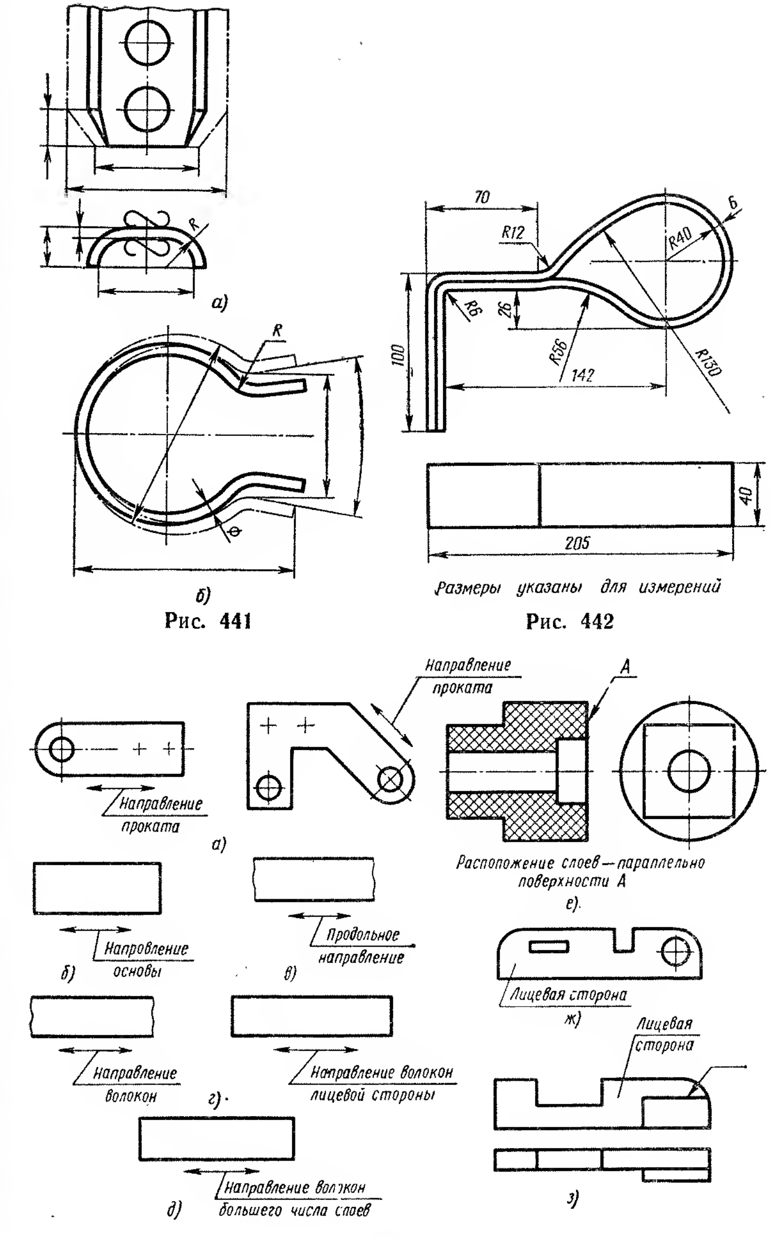


Рис. 441

Рис. 442

Рис. 443

Развертку выполняют сплошными основными линиями, равными толщине линий видимого контура.

При необходимости на изображении развертки наносят линии сгибов сплошными тонкими линиями. На полках линий-выносок делают надпись «Линия сгиба».

Допускается, не нарушая ясности чертежа, совмещать изображение части развертки с видом детали (рис. 440, *б*). В этом случае развертку изображают тонкими штрих-пунктирными линиями и надпись «Развертка» не помещают.

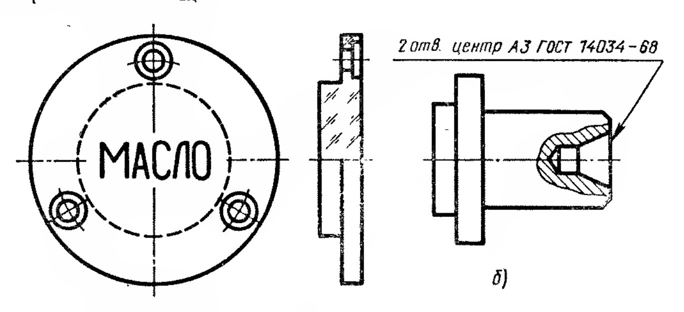


Рис. 444

3. На рис. 441, *а*, *б* показаны некоторые особенности выполнения рабочих чертежей деталей пружинного типа. В этом случае первоначальную форму детали, соответствующую свободному ее состоянию, изображают сплошными основными линиями, а положение детали — после изменения ее формы — штрих-пунктирными тонкими линиями. На чертеже указывают размеры элементов, возникающие после изменения первоначальной формы детали (рис. 441).

Упругую деталь, которая в свободном состоянии приобретает произвольную, не устанавливаемую чертежом форму, изображают только с размерами, указанными для измерения (рис. 442). В этом случае в технических требованиях следует писать: «Размеры указаны для измерения».

4. Если детали должны быть изготовлены из материалов, имеющих определенное направление волокон, основы и т. д. (металлическая лента, ткани, бумага, дерево), то на чертеже допускается указывать направление волокон. На рис. 443, *а* указано направление проката для металла, на рис. 443, *б* — направление основы для тканей, на рис. 443, *в* — направление волокон для бумаги, на рис. 443, *г* — для дерева, а на рис. 443, *д* — для фанеры.

Указания о расположении слоев материала детали, изготовляемой из текстолита, фибры, гетинакса или другого слоистого материала, помещают в технических требованиях (рис. 443, *е*).

Детали, изготовленные из материала, имеющего лицевую и нелицевую стороны (кожа, некоторые ткани, пленки, рифленые стали и др.), как правило, вычерчиваются так, чтобы на главном изображении детали лицевая сторона материала была видимой.

Если расположение лицевой стороны материала не является конструктивно безразличным, то на полке линии-выноски помещают надпись типа «Лицевая сторона» (рис. 443, *ж*). Такие же указания допускается делать и на сборочных чертежах (рис. 443, *з*).

Допускается в технических требованиях делать надписи типа: «Поверхность *А* должна иметь лицевую сторону материала».

Детали из стекла или других прозрачных материалов изображают как непрозрачные. Нанесенные на детали с обратной стороны от наблюдателя надписи, цифры, знаки и другие данные, которые у готовой детали должны быть видны с лицевой стороны, изображают на чертеже как видимые и помещают соответствующие указания в технических требованиях (рис. 444, *а*).

ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ И ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ

1. **Общие положения.** Если ребро или кромку детали необходимо скруглить, то на чертеже указывают величину радиуса скругления. Если ребро необходимо оставить острым, то соответствующее указание помещают в технических требованиях. Если на чертеже нет никаких указаний о форме кромок или ребер, то они должны быть притуплены.

В торцовых поверхностях деталей, обрабатываемых в центрах, высверливаются специальные отверстия (гнезда) с конусом 60°. Размеры центровых отверстий установлены по ГОСТу 14034—68; изготовляются они десяти различных типов: форма А — с углом 60° без предохранительного конуса, форма В — с углом 60° и предохранительным конусом и др.

Если в окончательно изготовленном изделии должны быть центровые отверстия, выполняемые по ГОСТу 14034—68, то их изображают упрощенно с указанием обозначения по ГОСТу 14034—68. На рис. 444, *б* показано обозначение двух одинаковых отверстий формы *А*.

Если центровые гнезда в готовом изделии недопустимы, то в технических требованиях указывают: «Центровые отверстия недопустимы».

В случае, если наличие отверстий конструктивно безразлично, то их не изображают на чертеже и в технических требованиях никаких надписей не помещают.

2. **При заполнении основной надписи** в соответствии с требованиями ГОСТа 2.104—68 (см. с. 124) в графе 5 указывают теоретическую или фактическую массу изделия в килограммах без указания единицы измерения. При принятых на чертеже других единицах измерения массы, например граммы или тонны, их следует указывать.

На габаритных и монтажных чертежах, на чертежах опытного и индивидуального производства допускается массу не указывать.

Масштаб и массу указывают, как правило, только на первом листе, если чертеж выполнен на нескольких листах.

3. **Чертежи совместно обрабатываемых изделий.** Во многих конструкциях возникает необходимость совместной обработки некоторых деталей или их элементов, входящих в данное изделие. Здесь возможны два случая: а) обработка деталей до сборки изделия; б) совместная обработка деталей в процессе сборки изделия.

Для обработки деталей до сборки изделия их временно скрепляют и обрабатывают по чертежам. На каждую из этих деталей выполняют самостоятельный чертеж с указанием на них всех размеров предельных отклонений, шероховатости поверхностей и других необходимых

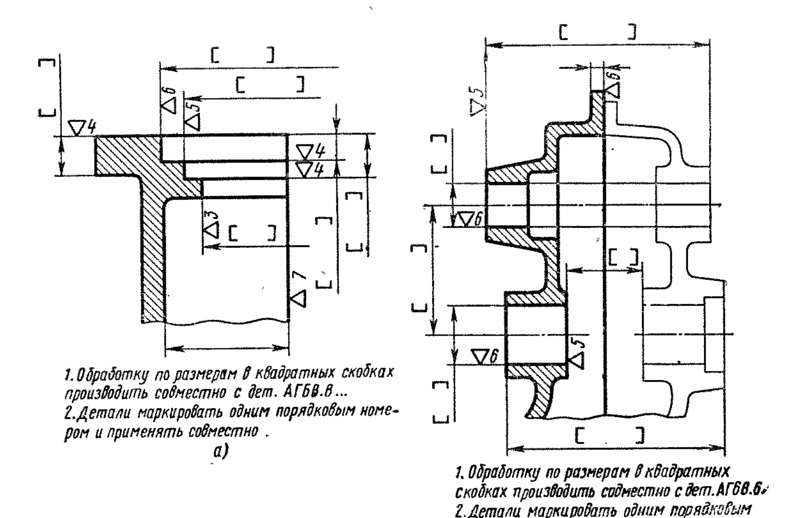


Рис. 445

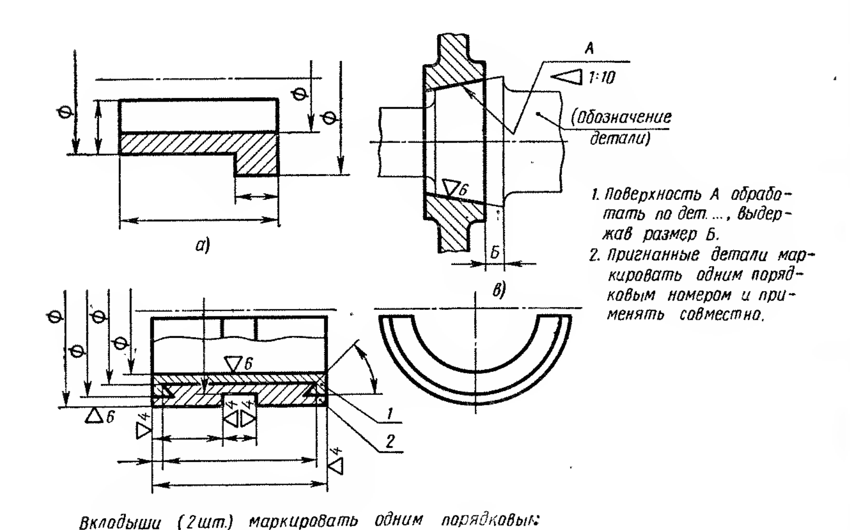


Рис. 446

данных. Размеры с предельными отклонениями совместно обрабатываемых элементов заключают в квадратные скобки и в технических требованиях помещают надпись: «Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместио с.. .».

На рис. 445, *а* показано изображение совместно обрабатываемых деталей, причем размерные линии с обрывом указывают на размеры, общие для обоих изделий.

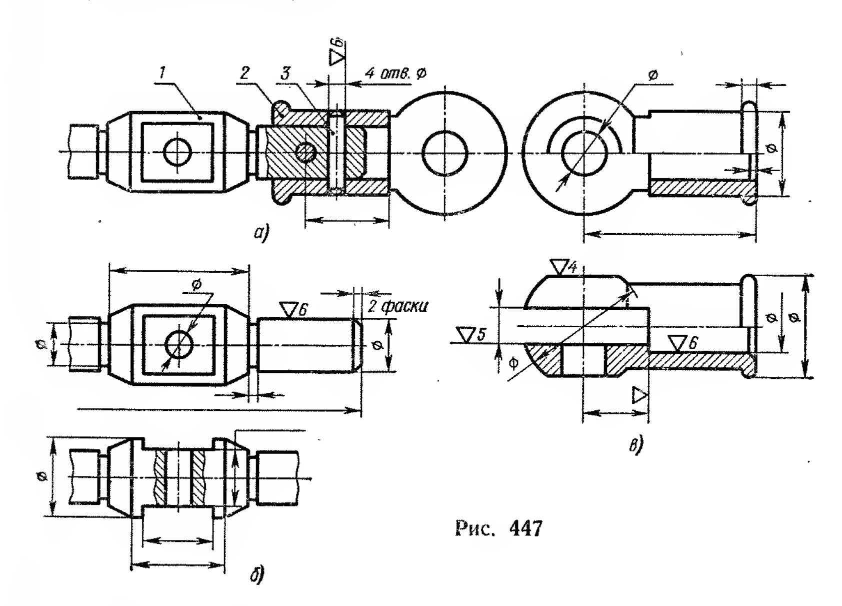


Рис. 447

В более сложных случаях для указания размеров, связывающих поверхности обоих изделий, помещают полное или частично упрощенное изображение другого изделия, выполненное тонкими сплошными линиями (рис. 445, *б*).

На рис. 446, *в* дан пример оформления чертежа на пригонку конического отверстия к валу.

Если совместная обработка деталей происходит в процессе сборки, например обработка отверстий под штифты, винты, заклепки, то на рабочих чертежах этих изделий отверстия не изображают и никаких указаний в технических требованиях не помещают. Все необходимые данные для обработки таких отверстий (количество, размеры, шероховатость поверхностей, координаты расположения) помещают непосредственно на сборочном чертеже (рис. 447, *а*, *б*, *в*).

На чертежах изделий, получаемых разрезкой заготовки иа две и более части, помещают изображение только одной части изделия (рис. 446, *а*). Запись на рис. 446, *б* говорит о том, что не допускается применять детали, изготовленные по данному чертежу разрезкой другой заготовки, т. е. совместно применяются только те детали, которые получены разрезкой одной и той же заготовки.

4. **Чертежи изделий с дополнительной обработкой, доделкой и переделкой.** Рассмотрим некоторые особенности выполнения чертежей из-

делий, получаемых доделкой или переделкой других изделий так называемых заготовок.

Изделие-заготовку изображают на чертеже сплошными тонкими линиями, а поверхности, получаемые дополнительной обработкой или вновь вводимые детали, ставящиеся взамен имеющихся — сплошными основными линиями. Детали, которые при переделке изделия снимаются, на чертеже не изображают.

Рис. 448

Наносят только те размеры, предельные отклонения и обозначение шероховатости поверхностей, которые необходимы для дополнительной обработки.

Допускается наносить справочные, габаритные и присоединительные размеры.

На чертеже детали, изготовляемой доработкой заготовки-детали, в графе основной надписи, предназначенной для указания материала, записывается слово «Заготовка» и обозначение изделия-заготовки или конструкторского документа.

На рис. 448 тонкой линией изображена деталь-заготовка и показаны сплошными основными линиями те места детали, которые подлежат обработке (отверстие и фаска).

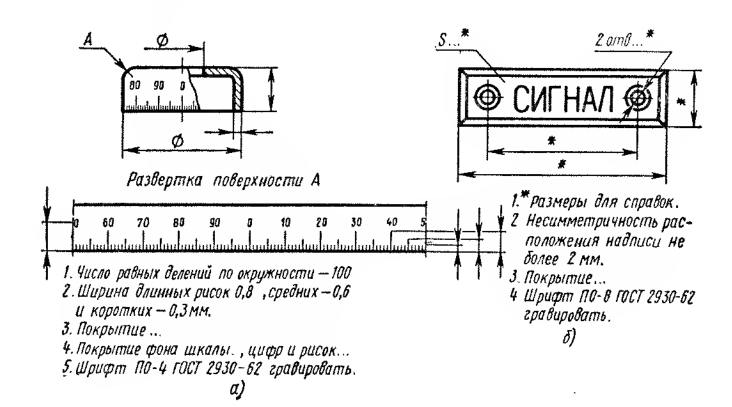


Рис. 449

5. **Чертежи изделий с надписями, знаками, шкалами.** На приборах, измерительных инструментах часто встречаются шкалы с надписями, гравированные панели, планки с надписями и др.

Надписи и знаки могут быть нанесены на плоскую или криволинейную поверхность. Надписи и знаки, наносимые на плоскую поверхность изделия, изображают на чертеже полностью, независимо от способа их нанесения. Расположение и начертание их должны соответствовать требованиям, предъявляемым к готовому изделию.

При нанесении знаков и надписей на цилиндрическую или коническую поверхность на чертеже помещают изображение этой поверхности в виде развертки с нанесенными обозначениями (рис. 449, *а*).

Если надпись расположена симметрично относительно контура детали, то на чертеже не указывают размеров, определяющих расположение надписи (рис. 449, *б*). В технических требованиях указывают размер шрифта и номер ГОСТа, по которому этот шрифт гравируется, и указывают значения предельных отклонений от симметричного расположения надписи.

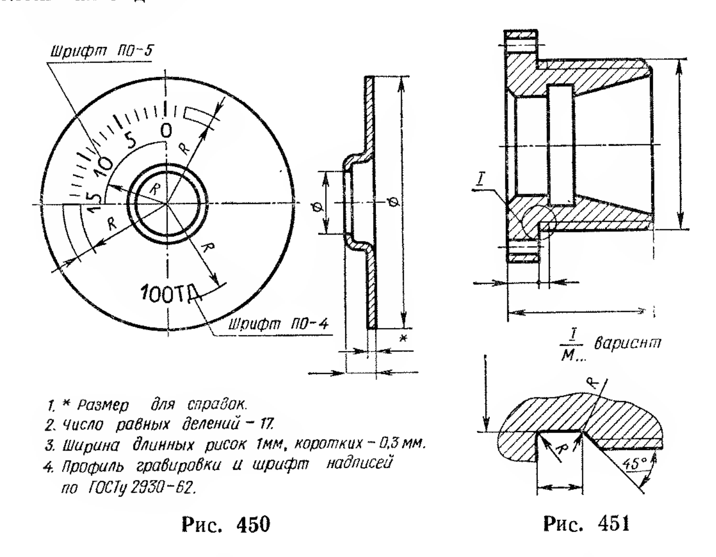


Рис. 450 Рис. 451

На рис. 450 показано, как на чертеже и в технических требованиях следует оформлять гравировку шкалы.

Обязательно следует указывать на чертеже способ нанесения надписей и знаков (гравирование, штемпелевание, чеканка, фотографирование и т. п.), покрытие всех поверхностей изделия, покрытие фона лицевой поверхности и покрытие наносимых надписей и знаков (рис. 449, 450).

6. **Чертежи изделий, изготовляемых в различных производственно-технологических вариантах.** Если деталь предусмотрено изготовить в различных технологических вариантах, т. е. литьем, штамповкой, сваркой, прессовкой из пресс-материала и т. п., то каждый вариант следует изготовить отдельный чертеж с самостоятельным обозначением.

Если деталь предусмотрено изготовлять в различных вариантах, отличающихся маркой материала или некоторыми конструктивными элементами (канавками, проточками и пр.), то отдельных чертежей не изготовляют, а на чертеже делают указания о допускаемых заменах. При необходимости помещают дополнительное изображение с надписью над ним: «Вариант». Указаний, разрешающих изготовлять детали в соответствии с изображенным вариантом, на чертеже не приводят (рис. 451).

Допускается изготовлять детали из двух и более частей. В технических требованиях указывают о допустимости изготовления такой детали, о способе соединения ее частей и о материалах, которые необходимы для соединения (рис. 452). Если необходимо точно определить место соединения отдельных частей, то его изображают тонкой штрихпунктирной линией и указывают размеры, определяющие это место.

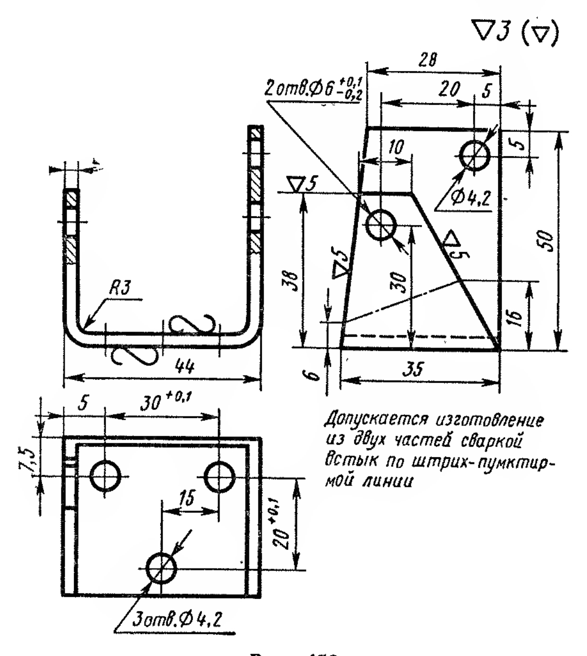


Рис. 452

Если на сборочном чертеже изделия предусмотрены варианты изготовления составных частей изделия по самостоятельным чертежам (например, детали, изготовляемые из металлической отливки или из штампованной поковки, или прессуемые из пластмассы), то в спецификацию этой сборочной единицы записывают отдельными позициями под своими обозначениями все варианты.

Количество составных частей в графе «Кол.» спецификации не проставляют, а в графе «Примечание» указывают «. . . шт., допуск. замена на поз. . . .». У линии-выноски от изображения составной части указывают номера позиций всех вариантов этой части, например, «6 или 11».

Никаких дополнительных указаний на сборочном чертеже, куда входят детали с различными вариантами исполнения, не делают.

Если варианты деталей, входящих в изделие, отличаются только некоторыми конструктивными изменениями, которые целесообразно показать на сборочном чертеже, то помещают соответствующее дополнительное изображение (рис. 453). Над этим изображением помещают надпись «Вариант». Позиции составных частей, входящих в варианты, помещают на соответствующих дополнительных изображениях.

Если вариантом исполнения является разъемное соединение, состоящее из нескольких деталей, то сборочный чертеж на такой вариант не разрабатывают. В спецификацию изделия детали, составляющие варианты, записывают отдельными позициями.

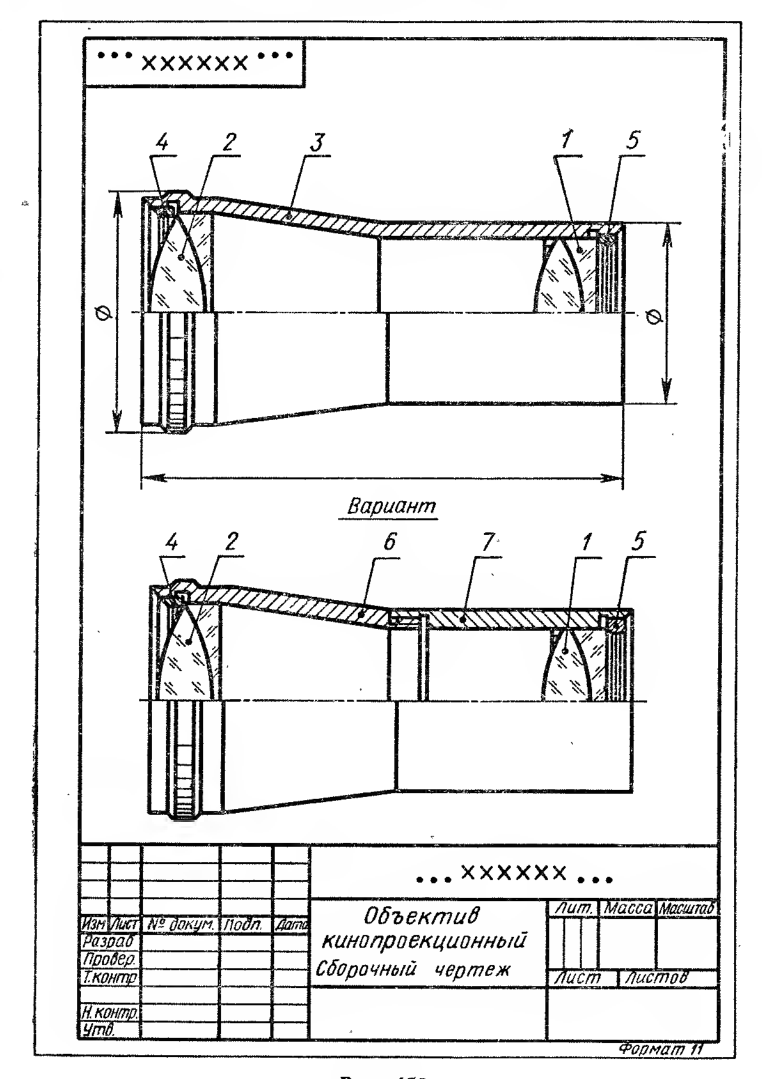


Рис. 453

Графу «Кол.» спецификации не заполняют, а в графе «Примечание» записывают:

для основной детали: «. . . шт., допуск. замена на поз.. . . », при этом указывают номера позиций всех деталей, составляющих вариант, и количество каждой из них;

для деталей варианта (разъемного соединения): «. . . шт., примен. с поз. . . . взамен поз. . . .» (рис. 454).

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Сборочные единицы		
11		1	... ×××××× ...	Линза	1	
11		2	... ×××××× ...	Линза	1	
				Детали		
12		3	... ×××××× ...	Опрова		1шт допуск замена на
						поз 6 совмест-но с поз 7
11		4	... ×××××× ...	Кольцо	1	
11		5	... ×××××× ...	Кольцо	1	
12		6	... ×××××× ...	Оправа		1шт примен с поз 7 взамен
						поз 3
12		7	... ×××××× ...	Оправа		1шт. примен с поз 6 взамен
						поз. 3

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	... ×××××× ...	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб					Объектив кинопроекционный			
Провер								

Рис. 454

СПЕЦИФИКАЦИЯ

(по ГОСТу 2.108—68)

Спецификация — документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. Спецификация является обязательным основным документом.

Спецификацию составляют на отдельных листах стандартных форматов по форме 1 (рис. 455, *а—в*). Спецификация определяет состав изделия и необходима для его изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство.

В спецификацию вносят составные части специфицируемого изделия и конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его составным частям, не входящим в данную спецификацию.

В общем виде спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: 1) документация; 2) комплексы; 3) сборочные единицы; 4) детали; 5) стандартные изделия; 6) прочие изделия; 7) материалы; 8) комплекты.

Форма 1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
6	6	8	70	63	10	22
			Форма	спецификации		
			(заглавный	лист)		

Изм. Лист № докум. Подп. Дата; Разр.; Пров.; Н. контр.; Утв.; Лит. Лист Листов

Дополнительные графы по ГОСТу 2.104-68

20; 15; Втип; 5; 297; 210; Формат 11

а)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
				Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
12		1		Корпус	1	
				Детали		
11		2		Прокладка	1	
11		3		Гнездо контактное	1	
11		4		Втулка	1	
11		5		Гайка опорная	1	
11		6		Головка	1	
11		7		Винт настроечный	1	
11		8		Планка	1	
11		9		Поршень	1	
11		10		Пружина контактная	1	
11		11		Цанга	1	
11		12		Гнездо детектора	1	
11		13		Стакан	1	
11		14		Гайка зажимная	1	
11		15		Винт пружинной	1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	...××××××...	Лит.	Лист	Листов
Разраб.					Секция детекторная 23×10		1	2
Пров.						КТЭП гр ДП-32		
Н. контр.								
Утв.								

б)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
				Заклепка 1×7 38 М3 11 ГОСТ 10299-68	4	
				Винт М2×7 58 019 ГОСТ 17473-72	2	
				Винт М1,6×6 58 019 ГОСТ 17475-72	1	
				Винт М1,6×14 58 019 ГОСТ 17475-72	2	
				Гайка М1,6 5 019 ГОСТ 5927-70	2	
				Шайба 2 01 05 ГОСТ 11271-68	2	
				Штифт конический 1,0×7 ГОСТ 3129-70	1	
				Прочие изделия		
				Детектор ДК-В7	1	
				ЧТУ № 04-108-53		
				Материалы		
				Припой ПОС 40 ГОСТ 1499-54		
				Клей БФ 4		
				ТУ МХП 1367-49		

Изм. Лист № докум. Подп. Дата; ...××××××...; Лист 2

в)

Рис. 455

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают. Количество разделов зависит от состава специфицируемого изделия.

Рассмотрим содержание и порядок заполнения каждого раздела. В раздел «Документация» вносят документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия, кроме его спецификации, а также документы основного комплекта записываемых в спецификацию неспецифицируемых составных частей (деталей), кроме их рабочих чертежей.

Вначале записывают документы на специфицируемое изделие, а затем документы на неспецифицируемые составные части. Порядок записи документов соответствует последовательности, в которой они перечислены в ГОСТе 2.102—68 (см. с. 467).

В разделы «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали» вносят комплексы, сборочные единицы и детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Запись указанных изделий производят в алфавитном порядке сочетания начальных знаков (букв) индексов организаций-разработчиков и далее в порядке возрастания цифр, входящих в обозначение.

При наличии в индексах записываемых изделий цифры запись производят в следующей последовательности:

а) сочетание типа АБВ2 — в алфавитном порядке букв, а в пределах каждого сочетания — в порядке возрастания цифры;

б) сочетание типа АБ2В — в алфавитном порядке двух первых букв и далее в пределах каждого сочетания этих букв в порядке возрастания цифры, а в пределах каждой цифры — в алфавитном порядке последней буквы;

в) сочетание типа А2БВ — в алфавитном порядке первой буквы и далее в пределах этой буквы в порядке возрастания цифры, а в пределах каждой цифры — в алфавитном порядке последующих букв;

г) сочетание типа 2АБВ — в порядке возрастания цифры индекса, а в пределах этой цифры — в алфавитном порядке букв.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, применяемые по: 1) государственным стандартам; 2) отраслевым стандартам; 3) республиканским стандартам; 4) стандартам предприятий.

В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, подшипники, крепежные изделия, электротехнические изделия и т. п.); в пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименований изделий; в пределах каждого наименования — в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого стандарта — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

Так, например, группу «Крепежные детали» записывают в порядке: болты, винты, гайки, шайбы, шпильки, а в пределах каждого наименования — по возрастанию номеров стандартов; в пределах каждого номера — по возрастанию параметров изделия, т. е. их диаметров и т. п.

В раздел «Прочие изделия» вносят изделия, примененные не по основным конструкторским документам (по техническим условиям, каталогам, прейскурантам и т. п.), за исключением стандартных изделий. Запись этих изделий производят по однородным группам; в пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименований изделий, а в пределах каждого наименования — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Материалы записывают в следующей последовательности: 1) металлы черные; 2) металлы магнитоэлектрические и ферромагнитные; 3) металлы цветные, благородные и редкие; 4) кабели, провода и шнуры; 5) пластмассы и пресс-материалы; 6) бумажные и текстильные материалы; 7) лесоматериалы; 8) резиновые и кожевенные материалы; 9) минеральные, керамические и стеклянные материалы; 10) лаки, краски, нефтепродукты и химикаты; 11) прочие материалы.

В раздел «Материалы» не записывают те материалы, которые не могут быть определены конструктором по размерам изделия, а назначаются технологом. К ним относят клеи, замазки, краски, лаки, припои, электроды и др. Указание о необходимости применения этих материалов дается в технических требованиях на поле чертежа.

В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований, а в пределах каждого наименования — по возрастанию размеров или других технических параметров.

В раздел «Комплекты» вносят ведомость эксплуатационных документов и применяемые по конструкторским документам комплекты, которые входят в специфицируемое изделие. Комплекты записывают в следующей последовательности: 1) ведомость эксплуатационных документов; 2) комплект монтажных частей; 3) комплект сменных частей; 4) комплект запасных частей; 5) комплект инструментов и принадлежностей; 6) комплект укладок; 7) комплект тары; 8) прочие комплекты.

Если в состав комплекта входит не более трех наименований, то отдельную спецификацию на комплект не составляют, а изделия, входящие в него, записывают непосредственно в спецификацию изделия в разделе «Комплекты». При этом наименование комплекта, к которому относятся вносимые в спецификацию изделия, записывают в графу «Наименование» в виде заголовка и не подчеркивают.

Спецификацию комплекта монтажных частей составляют на комплект монтажных изделий и материалов, предназначенных для связи составных частей комплекса между собой и для монтажа комплекса или сборочной единицы на месте эксплуатации.

В спецификацию комплекса сменных частей вносят изделия, предусматриваемые для переналадки изделия в эксплуатации (например, сменные зубчатые колеса, объективы, шунты к амперметру и т. п.).

В спецификацию комплекта запасных частей вносят изделия и материалы, необходимые для замены пришедших в негодность соответствующих составных частей изделия при эксплуатации.

В спецификацию комплекта инструмента и принадлежностей вносят инструмент, принадлежности, приспособления и материалы, используемые при эксплуатации изделия. Запись производят по разделам в следующей последовательности: 1) инструмент; 2) принадлежности; 3) приспособления; 4) материалы.

Спецификация комплекта укладок состоит из укладочных средств, записываемых в следующей последовательности: 1) шкафы; 2) ящики; 3) сумки; 4) чехлы; 5) футляры; 6) папки; 7) переплеты.

Спецификацию комплекта тары составляют на комплект изделий и материалов, необходимых для упаковки изделий. Запись производят в следующей последовательности: 1) документация; 2) ящики; 3) каркасы; 4) монтажные изделия и упаковочные материалы.

Заполнение граф спецификации производят следующим образом:

а) в графе «Формат» указывают номер формата по ГОСТу 2.301—68. Эту графу не заполняют для разделов: «Стандартные изделия», «Про-

чие изделия» и «Материалы». Для деталей, иа которых не выпущены чертежи, в графе записывают «БЧ».

Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе проставляют «звездочку», а в графе «Примечание» перечисляют все форматы.

Если конструкторский документ издан типографским, литографским и подобными способами, в графе ставят прочерк;

б) в графе «Зона» указывают обозначение зоны, в которой находится номер позиции записываемой составной части изделия. В графе ставят прочерк, если чертеж не разбивают на зоны;

в) в графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей специфицируемого изделия в той последовательности, в которой они записаны в спецификации. Для раздела «Документация» и «Комплекты» графу не заполняют;

г) в графе «Обозначение» указывают:

в разделе «Документация» — обозначения записываемых документов;

в разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали» и «Комплекты» — обозначения основных конструкторских документов на записываемые в эти разделы изделия. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, — присвоенное им обозначение;

в разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» графу не заполняют;

д) в графе «Наименование» указывают:

в разделе «Документация» для документов, входящих в основной комплект документов специфицируемого изделия и составляемых иа данное изделие, — только наименование документов, например, «Сборочный чертеж», «Габаритный чертеж», «Технические условия». Для документов на неспецифицированные составные части — наименование изделия и наименование документа, например, «Станки сверлильные настольные. Инструкция по упаковке»;

в разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали», «Комплекты» — наименование изделий в соответствии с основной надписью на основных конструкторских документах этих изделий. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают наименование и материал, а также размеры, необходимые для их изготовления;

в разделе «Стандартные изделия» — наименования и обозначения изделий в соответствии со стандартами на эти изделия;

в разделе «Прочие изделия» — наименования и условные обозначения изделий в соответствии с документами на их поставку с указанием обозначений этих документов;

в разделе «Материалы» — обозначения материалов, установленные в стандартах и технических условиях на эти материалы. Если записываемые в спецификацию материалы и изделия имеют общее наименование и идут по одному и тому же документу, то допускается 1 раз записать общую часть их наименования и далее указывать их параметры и размеры.

Указанное упрощение не допускается применять в том случае, если основные параметры или размеры изделия обозначают только одним числом или буквой. В этом случае запись производят следующим образом:

Шайбы ГОСТ 18123—72

Шайба 3

Шайба 4 и т. д.;

е) в графе «Кол.» указывают:

для составных частей изделия, записываемых в спецификацию, — количество их на одно специфицируемое изделие;

в разделы «Материалы» — общее количество материалов на одно специфицируемое изделие с указанием единиц измерения. Допускается единицы измерения записывать в графе «Примечание».

В разделе «Документация» графу не заполняют;

ж) в графе «Примечание» указывают дополнительные сведения для планирования и организации производства, а также сведения, относящиеся к записанным в спецификацию изделиям, материалам и документам, например, для деталей, на которые не выпущены чертежи, — массу.

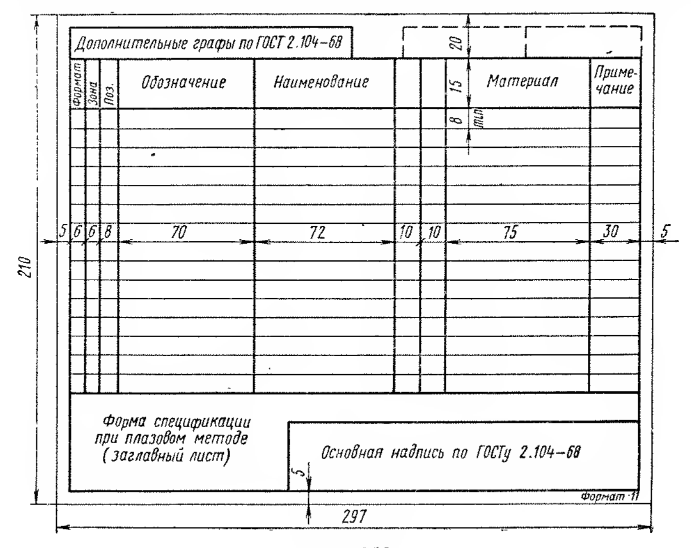


Рис. 456

Для документов, выпущенных на двух и более листах различных форматов, указывают обозначение форматов, перед перечислением которых проставляют знак звездочки, например, * 11, 12.

После каждого раздела спецификации оставляют несколько свободных строк для дополнительных записей. Допускается резервировать и номера позиций, которые проставляются при заполнении резервных строк. Пример заполнения спецификации дан на рис. 455, *б* и *в*.

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на листе формата 11 (ГОСТ 2.301—68). При этом спецификацию располагают ниже графического изображения изделия и заполняют ее в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах, основную надпись выполняют по ГОСТу 2.104—68 (форма 1).

Такому совмещенному документу присваивается обозначение основного конструкторского документа.

Спецификацию изделий при плазовом производстве составляют по формам 2 и 2а (рис. 456).

ЭСКИЗЫ ДЕТАЛЕЙ

Выполнению рабочих чертежей часто предшествует составление эскизов деталей. Особенно это относится к учебной практике. **Эскизом** называется чертеж, выполненный от руки без применения чертежных принадлежностей, в произвольном масштабе.

По содержанию эскиз ничем не отличается от чертежа и выполняется с соблюдением правил и условностей машиностроительного черчения.

Эскизы составляют при проектировании новых машин, реконструкции существующих или при ремонте и паспортизации оборудования.

Составление эскизов деталей с натуры состоит из двух стадий: подготовительной и основной.

Подготовительная стадия заключается в тщательном ознакомлении с деталью, подлежащей эскизированию, и в определении ряда факторов, без которых невозможно приступить к выполнению эскиза.

Этапы подготовительной стадии:

1. Осмотреть деталь, провести анализ ее формы в целом и установить, из каких геометрических форм она состоит, т. е. расчленить ее на отдельные геометрические тела и поверхности.

2. Определить наименование детали, ее назначение, принцип работы детали в изделии и из какого материала она изготовлена.

3. Определить главное изображение детали, т. е. изображение на фронтальной плоскости проекций. При выборе главного изображения следует учитывать положение детали при обработке ее на станке или в процессе разметки. Например, для деталей, представляющих собой соосные цилиндры, которые обрабатывают в основном на токарных станках, на главном изображении ось детали следует располагать параллельно основной надписи. К таким деталям относятся втулки, оси, валы, штуцера, шпиндели, фланцы и др.

Детали, заготовки которых получают литьем, принято располагать на главном изображении так, как они расположены в процессе сборки или в процессе разметки на разметочной плите. При этом основная обработанная плоскость детали занимает горизонтальное положение. Такими деталями являются корпуса машин, крышки, стойки и др.

Штампованные детали располагают на главном изображении соответственно их положению в процессе штамповки на прессах.

4. Определить необходимое количество изображений (видов, разрезов, сечений и выносных элементов). Количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для полного представления о форме и размерах детали. Использование дополнительных и местных видов, местных разрезов позволяет обойтись меньшим числом основных видов, что делает чертеж более компактным.

5. Определить характер шероховатости поверхности, покрытия, термической обработки и др.

Эскизы рекомендуется выполнять на бумаге в клетку или на миллиметровой бумаге. Минимальный формат для выполнения эскизов 11, т. е. 297×210 мм. Эскизы выполняют карандашом. «Конструктор» марки М с последующей обводкой линий основного контура карандашом марки 2М. Используя линии графленой бумаги, следует добиваться максимальной четкости и аккуратности в выполнении эскизов.

Основная стадия составления эскиза выполняется в следующей последовательности:

1. Выбирают соответствующий формат листа для эскиза, наносят на нем рамку и оставляют место для основной надписи. Размер формата листа определяется размером детали и тем приблизительным масштабом, в котором желательно выполнить изображение. Рекомендуется деталь изображать приблизительно в натуральную величину, так как при этом легче выдерживать соотношение между отдельными формами и элементами детали. Мелкие детали рекомендуется изображать на эскизе в увеличенном виде.

Допускается склеивать несколько листов клетчатой бумаги.

2. Определяют на глаз соотношение габаритных размеров детали и зарисовывают в виде прямоугольников клетки для всех намеченных изображений, т. е. для видов, разрезов, сечений, выносных элементов и др. Следует учитывать, что между изображениями должно быть свободное пространство, достаточное для нанесения размеров, надписей, условных обозначений.

3. Наносят оси симметрии, если деталь симметрична, центровые линии отверстий, пазов, выступов.

4. Вычерчивают очертание внешнего контура детали, выдерживая необходимую пропорцию и соотношение между частями и элементами детали. При нанесении видимых частей детали следует учитывать имеющиеся на ней конструктивные и технологические элементы — фаски, проточки, уклоны, галтели, канавки и т. д. С другой стороны, не следует обращать внимание на возможные дефекты, получающиеся в процессе литья или в результате износа детали при ее эксплуатации. Вычерчивание начинают обычно с главного изображения и ведут практически одновременно на всех основных изображениях.

5. Наносят линии невидимого контура, выполняют разрезы и сечения, позволяющие выявить внутреннее строение детали и форму отдельных ее частей.

6. Выполняют намеченные дополнительные и местные виды, вычерчивают выносные элементы, позволяющие более полно и отчетливо представить себе изображаемую деталь.

7. Проверяют выполненные изображения, удаляют лишние линии, окончательно обводят линии основного контура мягким карандашом и заштриховывают разрезы и сечения.

8. Определяют, какие необходимо нанести размеры, проводят выносные и размерные линии. Нанесение размеров следует выполнять в соответствии с ГОСТом 2.307—68 и ГОСТом 2.109—73. Начинают обычно с нанесения основных размеров: габаритных, размеров по высоте, длине и ширине детали, а затем уже наносят размеры проточек, фасок, окружностей, дуг и пр. Ниже более подробно рассматривается вопрос о нанесении размеров.

9. С помощью измерительного инструмента производят обмер детали и проставляют на эскизе размерные числа. Рекомендуется применять шрифт 3,5 или 5. При нанесении размеров используют принятые в стандартах условные знаки и обозначения (знак диаметра, радиуса, уклона, конусности, квадрата, дуги, упрощенные записи для повторяющихся элементов, например, отверстий и др.).

10. Определяют шероховатость отдельных поверхностей, проставляют знаки классов чистоты, указания об отделке и термической обработке поверхностей и т. п.

11. Выполняют все необходимые надписи, заполняют технические требования, основную надпись чертежа, технические характеристики детали и пр.

На рис. 457—459 дан пример выполнения эскиза.

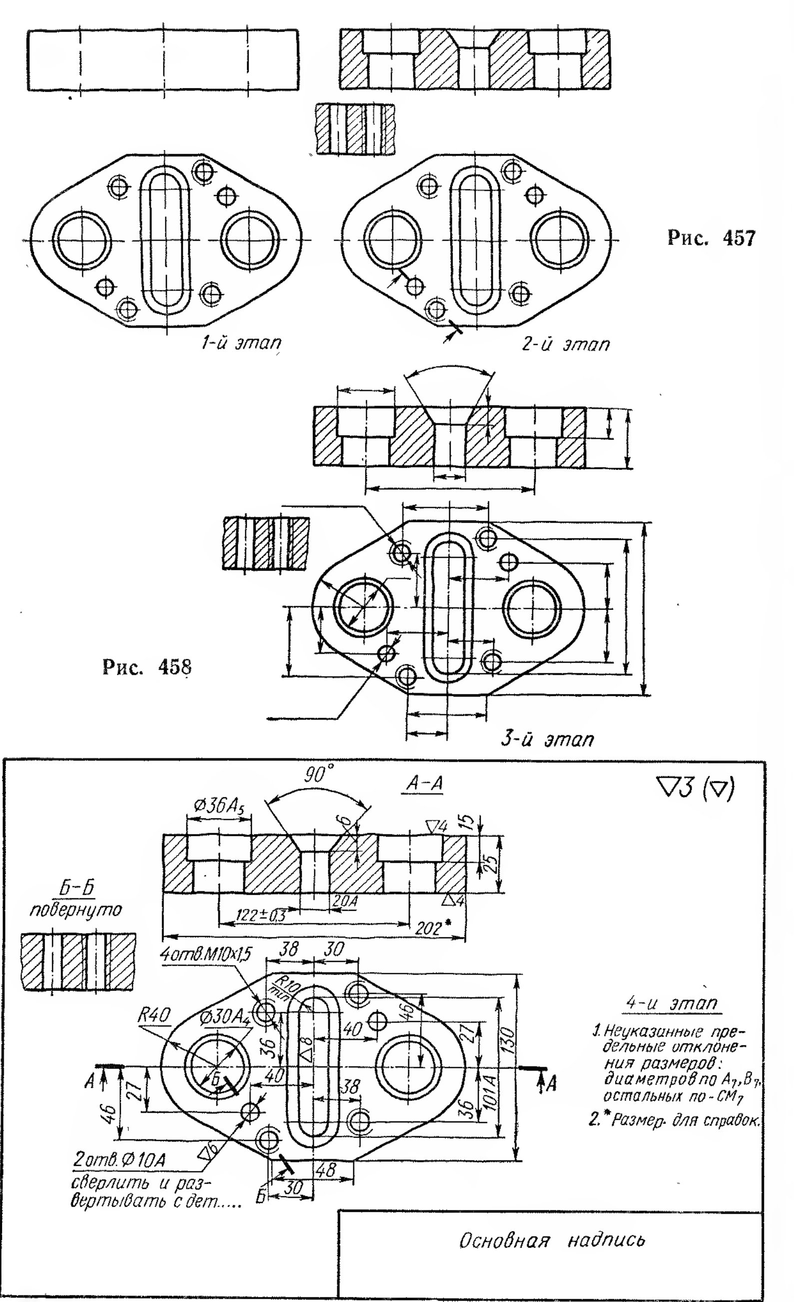


Рис. 457

Рис. 458

Рис. 459

При выполнении эскизов и рабочих чертежей следует продумать вопрос о компоновке изображений на листе бумаги, при этом следует учитывать особенность восприятия изображений глазом человека.

СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

(по ГОСТу 2.109—73)

СОДЕРЖАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Сборочный чертеж — это документ, содержащий изображение изделия и другие данные, необходимые для его сборки (изготовления) и контроля. Сборочный чертеж должен содержать:

а) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу и обеспечивающих возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

Допускается на сборочных чертежах помещать схемы соединения или расположения составных частей изделия, если их не оформляют как самостоятельные документы;

б) размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу.

На сборочных чертежах изделий индивидуального или опытного производства допускается указывать размеры деталей и предельные отклонения, определяющие характер сопряжения;

в) указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. п., а также указания о способе соединения неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);

г) номера позиций составных частей, входящих в изделие;

д) основные характеристики изделия;

е) габаритные размеры изделия;

ж) установочные и присоединительные размеры, а также необходимые справочные размеры;

з) координаты центра тяжести (при необходимости).

Данные, указанные в подпунктах д, е, ж, з, не помещают на сборочном чертеже, если они указаны в других конструкторских документах, например, на габаритном чертеже, в технических условиях и др.

РАЗРАБОТКА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Полнота изображения изделия на сборочном чертеже определяется числом необходимых видов, разрезов, сечений и выносных элементов. При определении числа видов исходят из сложности изделия. Число видов должно быть минимальным, но достаточным для полного представления о конструкции изделия. С целью сокращения числа основных видов рекомендуется применять местные и дополнительные виды.

В большинстве случаев сборочные чертежи выполняют с разрезами, позволяющими выявить характер соединения деталей. Разрезы применяют простые и сложные, полные и местные. Если изображаемое изделие проецируется в форме симметричной фигуры, то рекомендуется в одном изображении соединять половину вида с половиной разреза или часть вида и часть разреза.

Во многих случаях при выполнении сборочных чертежей в разрезы попадают сплошные детали типа валов, болтов, шпилек, шпонок, ша-

риков и др., которые соприкасаются с другими частями изделия. Подобные детали условно считаются неразрезаемыми и при сечении в продольном направлении их не штрихуют, т. е. вычерчивают как виды. В поперечном направлении эти детали разрезают и штрихуют.

Штриховка в разрезах одной и той же детали должна на всех ее изображениях выполняться в одну и ту же сторону с соблюдением одинакового расстояния между линиями. При стыке нескольких деталей штриховку в разрезах следует разнообразить, изменяя направление наклона линий штриховки и расстояние между ними либо сдвигая линии штриховки в одном сечении по отношению к другому.

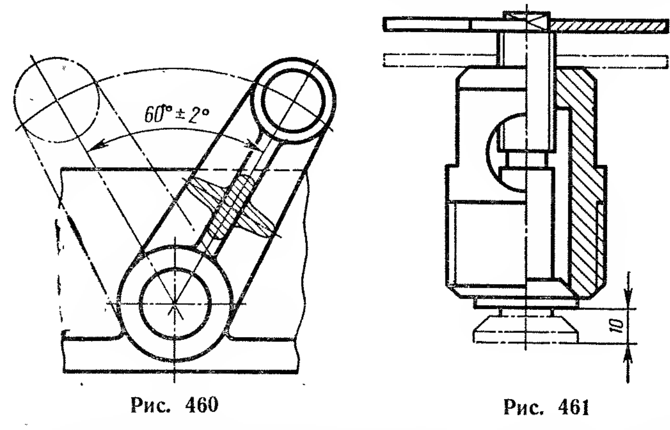


Рис. 460 Рис. 461

Перемещающиеся части изделия изображают на чертеже, как правило, в рабочем положении. Допускается изображать их в крайнем или промежуточном положении, используя для этого тонкую штрихпунктирную линию. На чертеже наносят размеры, характеризующие различные положения перемещающихся частей (рис. 460, 461).

Если при изображении перемещающихся частей затрудняется чтение чертежа, то эти части допускается изображать на дополнительных видах с соответствующими надписями, например, «Крайние положения каретки поз. 6».

На сборочных чертежах допускается показывать изображение смежных, пограничных изделий («обстановку») (рис. 462). Предметы «обстановки» выполняют упрощенно сплошной тонкой линией, при этом считают, что составные части изделия, расположенные за обстановкой, являются видимыми, т. е. они изображаются сплошной основной линией.

Изображение «обстановки» позволяет пояснить место установки детали или изделия, методы крепления и присоединения изделия. Если необходимо, то на чертеже указывают размеры, определяющие взаимное расположение изделия и пограничных деталей.

На рис. 462 показан чертеж кронштейна — детали доводочного станка. Кронштейн должен растачиваться вместе с крышкой. Крышка, как спаренная пограничная деталь, изображена сплошной тонкой линией.

Предметы «обстановки» выполняют на чертеже упрощенно без детализации.

Если необходимо указать на сборочном чертеже наименования или обозначения предметов, составляющих «обстановку» или их элементов, то эти указания помещают непосредственно на изображении «обстановки» или на полке линии-выноски, проведенной от соответствующего изображения, например, «Автомат давления (обозначение)»: «Патрубок маслоохладителя (обозначение)» и т. п.

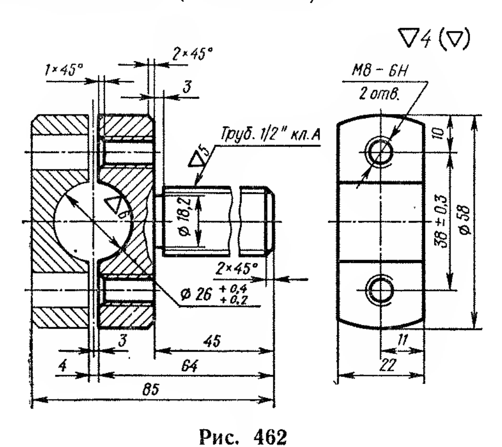


Рис. 462

УСЛОВНОСТИ И УПРОЩЕНИЯ, ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ НА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

Сборочные чертежи допускается выполнять упрощенно в соответствии с требованиями стандартов Единой системы конструкторской документации и ГОСТа 2.109—73.

Например, на сборочных чертежах допускается не показывать:

а) фаски, проточки, округления, углубления, накатки, выступы, насечки, оплетки и другие мелкие элементы;

б) зазоры между отверстием и стержнем, который входит в это отверстие;

в) крышки, щиты, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. В этом случае над изображением делают соответствующую надпись, например, «Крышка не показана» или «Крышка поз. 3 не показана»;

г) видимые составные части изделий или их элементы, расположенные за сеткой, а также частично закрытые впереди расположенными составными частями изделия;

д) надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и других подобных деталях, а также другие маркировочные и технические данные и надписи на изделии, изображая только контур таблички, планки и т. п.

Изделия, изготовленные из прозрачного материала, изображают как непрозрачные.

Допускается на сборочных чертежах составные части изделий и их элементы, расположенные за прозрачными предметами, изображать как видимые, например, циферблаты, шкалы, стрелки приборов, внутреннее устройство радиотехнических ламп и т. п.

Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной на сборочном чертеже в разрезе, вычерчивают условно только до осевых линий сечения витков пружины, т. е. считается, что пружина закрывает лежащие за ней части изделия (рис. 463, *а*).

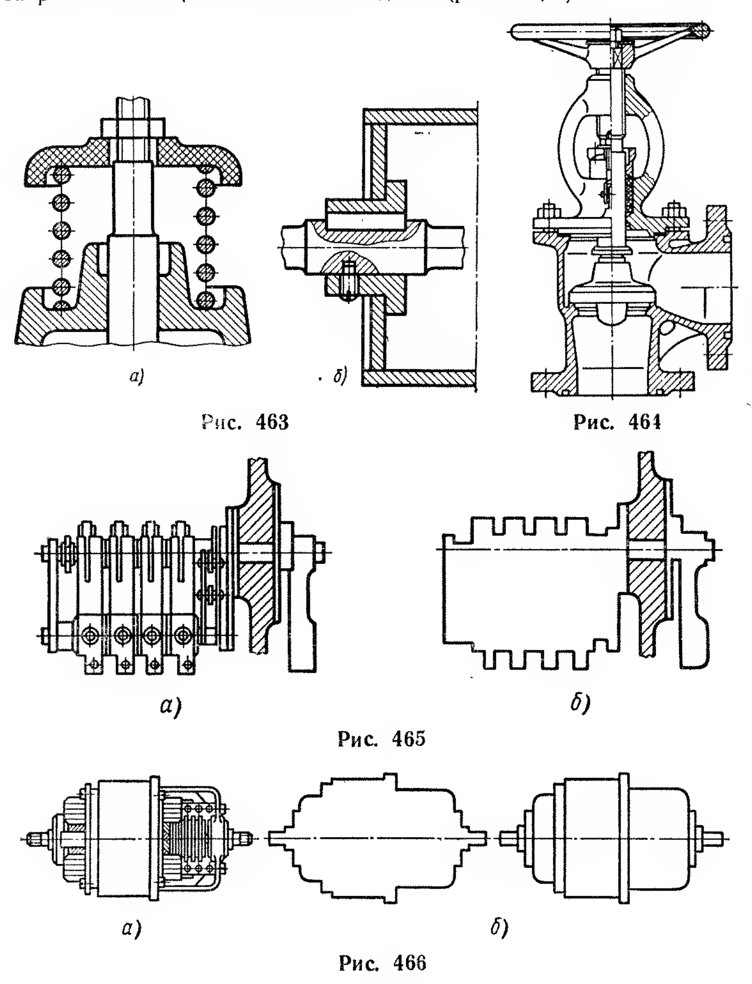


Рис. 463

Рис. 464

Рис. 465

Рис. 466

Допускается на разрезах сборочного чертежа изображать нерассеченными составные части изделий, на которые имеются самостоятельно оформленные сборочные чертежи. Допускается выполнять чертежи так, как показано на рис. 464.

Допускается контурное очертание составных частей изделий, если их широко применяют в производстве, например, типовые и покупные изделия (рис. 465, *а*, 466, *а*).

Контурные очертания предметов допускается упрощать, не изображая мелких выступов, впадин и т. п. (465, *б*).

Допускается проводить линии видимого контура внутри изображения (466, *б*).

На сборочных чертежах, включающих изображения нескольких одинаковых составных частей (колес, опорных катков и т. п.), допускается выполнять полное изображение только одной составной части, а изображения остальных частей — упрощенно в соответствии с перечисленными выше требованиями.

Сварное, паяное, клееное изделие, изготовленное из однородного материала, в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют как монолитное тело, т. е. в одну сторону, изображая границы между деталями сварного изделия сплошными основными линиями (рис. 463, *б*).

ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ НА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

На сборочном чертеже следует проставлять:

а) **габаритные размеры,** определяющие высоту, длину и ширину изделия. Если какой-либо из этих размеров является переменным вследствие перемещения деталей, то следует указывать оба предельных значения размеров — наибольший и наименьший;

б) **установочные и присоединительные размеры,** указывающие положение сборочной единицы в изделии, например, расстояние между осями отверстий во фланцах, для присоединения к другому изделию расстояние между осями под фундаментные болты и т. п.

При указании этих размеров должны быть нанесены координаты расположения и размеры с предельными отклонениями элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми изделиями. Если внешняя присоединительная связь осуществляется зубчатыми колесами, то указывают значение модуля и число зубьев;

в) **монтажные размеры** необходимы для правильного монтажа составных частей изделия, например, расстояния между осями валов, величины зазоров, расстояние от оси отверстия до привалочной плоскости и т. п. Эти размеры также даются с предельными отклонениями:

г) **эксплуатационные размеры,** указывающие крайние положения движущихся частей изделий, размеры под ключ, обозначение резьбы для присоединения пограничных деталей, размеры отверстий для прохода жидкости и т. п.

Если необходимо показать положение центра тяжести изделия, то на чертеже приводят соответствующие размеры и на полке линии-выноски помещают надпись «Ц. Т.». Линии центров тяжести составных частей изделия наносят штрих-пунктирной тонкой линией, а на полке линии-выноски делают надпись: «Линия Ц. Т.».

Следует напомнить, что размеры габаритные, установочные, присоединительные и эксплуатационные относятся к справочным размерам и указывают их на чертеже со звездочкой (*).

НАНЕСЕНИЕ НОМЕРОВ ПОЗИЦИЙ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗДЕЛИЯ

На сборочном чертеже все составные части изделия нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации сборочной единицы. Номера позиций указывают на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей изделия.

Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые. Преимущество при этом отдается основным видам или разрезам, расположенным на их месте.

Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения; при этом их группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии.

Номера позиций наносят на чертеже, как правило, 1 раз. Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей изделия.

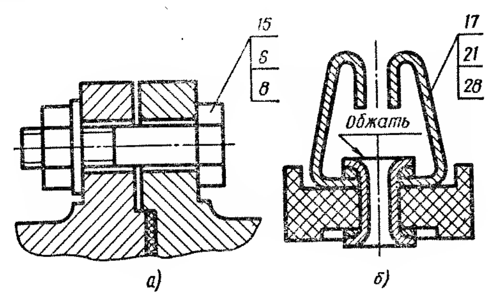


Рис. 467

Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два размера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на данном чертеже.

Допускается применять линии-выноски с одним изломом.

Допускается заканчивать одной общей полкой линии-выноски от одинаковых составных частей изделия.

Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций: а) для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления (рис. 467, *а*); б) для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, исключающей различное понимание, и когда на чертеже невозможно подвести линию-выноску к каждой составной части. В этих случаях линию-выноску отводят от изображения составной части, номер позиции которой указывают первым (рис. 467, *б*).

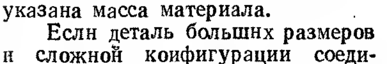
ВЫПОЛНЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Если сборочный чертеж включает детали, на которые не выпущены рабочие чертежи, то на самом изображении или в технических требованиях приводят дополнительные данные к сведениям, указанным в спецификации, необходимые для изготовления деталей (шероховатость поверхностей, отклонения формы и т. п.).

На сборочных чертежах неразъемных соединений индивидуального производства допускается указывать данные о подготовке кромок под сварку, пайку и т. д. непосредственно на изображении соединения или в виде выносного элемента (рис. 468).

Если для изготовления изделий индивидуального производства, на которые допускается не выпускать рабочие чертежи некоторых деталей, недостаточно сведений, указанных выше, то допускается на сборочном чертеже помещать изображение детали или ее элементов. При этом на одном сборочном чертеже должно быть помещено не более четырех деталей.

Примеры оформления сборочных чертежей изделий серийно-массового производства, в которые входят изготовляемые по сборочному чертежу детали без выпуска на них самостоятельных чертежей, приведены на рис. 469, 470. В спецификации (рис. 471) детали учтены как материал, без присвоения им наименования и обозначений, и указана масса материала.



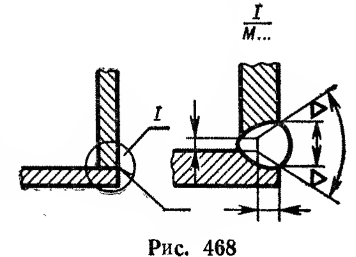


Рис. 468

Если деталь больших размеров и сложной конфигурации соединяется с деталью менее сложной и меньших размеров запрессовкой, пайкой, сваркой, клепкой (1—3 шт.), то допускается на сборочных чертежах изделий помещать все размеры и другие данные, необходимые

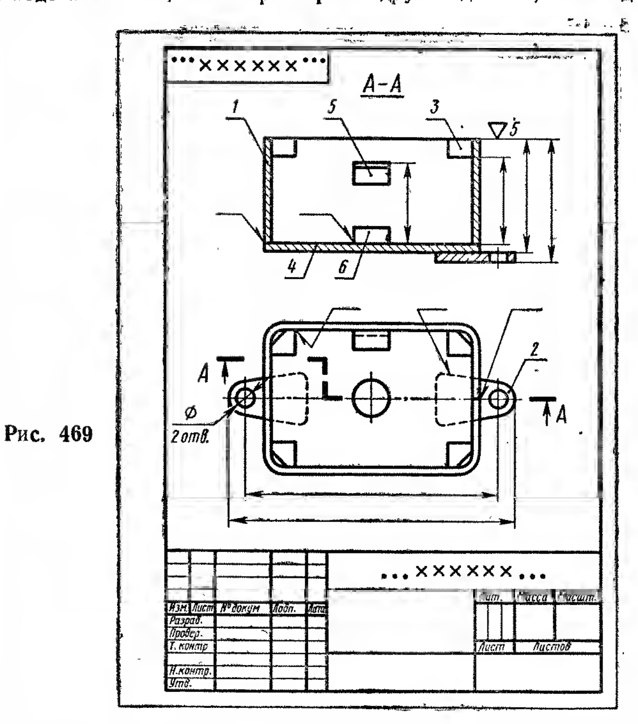


Рис. 469

для изготовления и контроля основной детали, и выпускать чертежи только на менее сложные детали. Обозначение и наименование основной детали присваивают по общим правилам.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Детали		
11		1	...XXXXXX...	Стенка корпуса	1	
11		2	...XXXXXX...	Ушко	2	
11		3	...XXXXXX...	Бобышка	4	
11		4	...XXXXXX...	Дно	1	
Б4		5	...XXXXXX...	Полка		
				Уголок 20×20×3 ГОСТ 8509-57 / равнобокий Ст3 ГОСТ 535-58 l=24	1	0,043 кг
Б4		6	...XXXXXX...	Упор		
				Круг 18 ГОСТ 2590-57 / 35 ГОСТ 1050-60 l=13 B_1	1	0,03 кг

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	...XXXXXX...	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								
Провер.								
Н. контр.								

Рис. 470

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Детали		
11		1	...XXXXXX...	Стенка корпуса	1	
11		2	...XXXXXX...	Ушко	2	
11		3	...XXXXXX...	Бобышка	4	
11		4	...XXXXXX...	Дно	1	
				Материалы		
		5		Угол. 20×20×3 ГОСТ 8509-57 / равнобок. Ст3 ГОСТ 535-58	0,043	кг
		6		Круг 18 ГОСТ 2590-57 / 35 ГОСТ 1050-60	0,03	кг

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	...XXXXXX...	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								
Провер.								
Н. контр.								

Рис. 471

...XXXXXX...

Притереть при сборке

Место проверки твердости

HRC...

Раковины на наплавленном поясе не допускаются.

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Примечание
				Детали		
Б4		1		Золотник	1	
				Сталь...		
				Материалы		
		2		Сплав твердый / Металлокерамический	0,012 кг	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	...XXXXXX...	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.					Золотник			1:1

Рис. 472

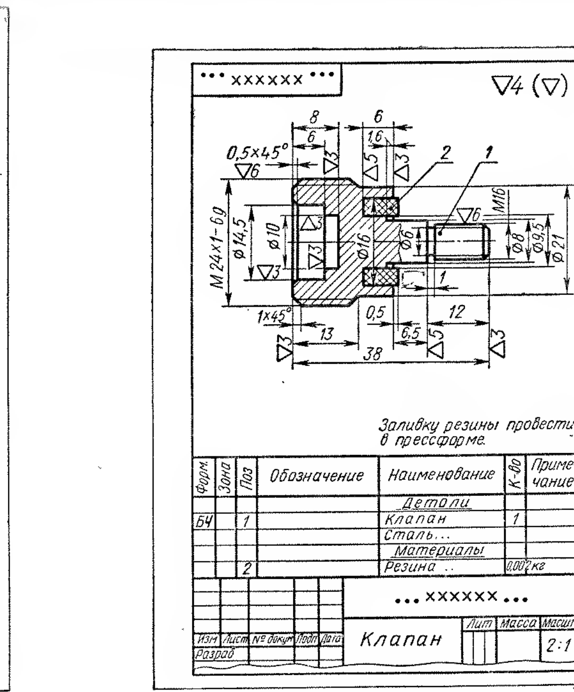


Рис. 473

На рис. 472—474 изображены чертежи армированных деталей. Армированная деталь — это сборочная единица, изготовленная наплавкой на деталь металла или сплава, заливкой поверхностей детали металлом, сплавом, пластмассой, резиной и т. д. Каждая армированная деталь состоит из арматуры и заполнителя (пластмассы) или наплавленного материала. На чертеже армированной детали в отличие от сборочного изображают форму и проставляют размеры для всех элементов изделия в окончательном виде, данные о материале и другие данные, необходимые для изготовления и контроля деталей.

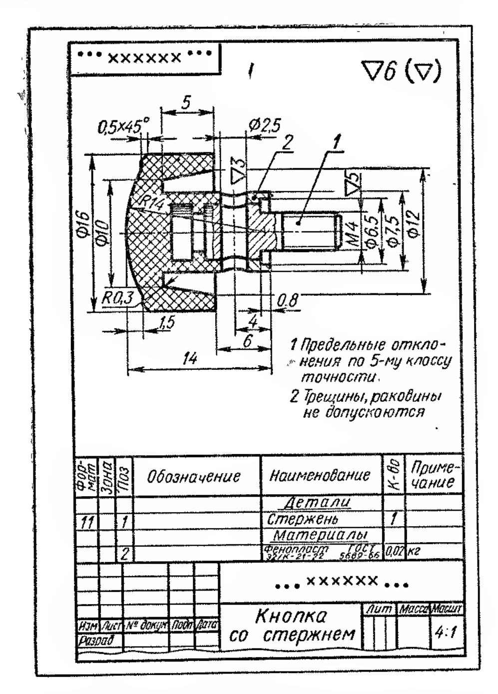


Рис. 474

По этим данным проектируют формообразующие поверхности у матрицы и пуансона с учетом усадки материала. Чертеж армированной детали содержит дополнительные изображения элементов, неясных на основных проекциях, с соответствующими их размерами. На чертеже часто даются указания о дополнительной обработке отдельных элементов детали.

Так как армированная деталь это сборочная единица, то на нее оформляют спецификацию, выполняемую большей частью на одном формате с чертежом. Если на арматуру, например, на стержень кнопки (рис. 474), выполняют самостоятельный чертеж, то на сборочном чертеже размеры стержня отсутствуют (дан только размер М4 как присоединительный). На наплавляемый металл, сплав, пластмассу, резину чертежи не выпускают и обозначения им не присваивают.

В спецификацию сборочной единицы их записывают как материал с указанием в графе «Кол». их массы.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

Сборочный чертеж может быть получен: 1) в процессе проектирования нового изделия; 2) при вычерчивании готового изделия с натуры.

В первом случае выполнение сборочного чертежа является одним из первых этапов разработки эскизного и технического проекта изделия. Сборочный чертеж служит для анализа компоновки, проверки конструкции и разработки рабочих чертежей деталей и сборочных единиц. Цель окончательно оформленного сборочного чертежа изделия была указана выше.

Выполнение сборочного чертежа с натуры применяется в учебной практике, а также при реконструкции и ремонте изделия.

В учебной практике выполнение сборочного чертежа с натуры рекомендуется вести в следующей последовательности:

1. Ознакомиться с назначением, устройством и взаимодействием отдельных частей изделия. Установить, из каких частей состоит изделие, и определить порядок их сборки и разборки.

2. Составить схему деления изделия на составные части, включая стандартные, покупные и заимствованные изделия и детали.

3. В соответствии со схемой деления изделия на составные части присвоить обозначение сборочной единице и ее элементам по ГОСТу 2.201—68.

4. Выполнить эскизы каждой отдельной детали конструкции (кроме стандартных). При выполнении эскизов следует учесть указанные выше допущения (см. с. 440). Выполнение эскизов рекомендуется начинать с основных деталей. Тщательно проверить наличие на эскизах размеров, предельных отклонений, знаков шероховатости поверхностей, достаточность изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов и т. п.).

5. Установить количество изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов), которые необходимо показать на сборочном чертеже, и выбрать масштаб построения, отдавая по возможности предпочтение масштабу 1 : 1.

6. Определить необходимый формат листа, вычертить рамку, выполнить основную надпись и на отдельном листе стандартного формата разграфить спецификацию (в соответствии с требованиями ГОСТа 2.108—68).

7. Произвести планировку листа: отметить прямоугольниками (тонкими линиями) положение каждого вида, разреза, сечения, дополнительного вида и пр. Отметить место для нанесения технических требований. Между прямоугольниками должно остаться место для нанесения необходимых размеров и надписей.

8. Вычертить на всех изображениях тонкими линиями контур основной детали, а затем, последовательно переходя к другим сопряженным деталям, нанести их контуры также в тонких линиях.

9. Выполнить на сборочном чертеже необходимые разрезы, сечения, выносные элементы, показать резьбу, проточки и др.

10. Проверить чертеж, нанести штриховку в разрезах и сечениях, следя за тем, чтобы наклон линий штриховки был одинаков для одной и той же детали на всех изображениях. Обвести линии чертежа. Обводку принято выполнять в такой последовательности: а) осевые и центровые линии; б) окружности и кривые линии; в) линии видимого и невидимого контуров, линии перехода и т. п.

11. Проставить необходимые размеры согласно требованиям ГОСТа 2.109—73.

12. Заполнить спецификацию, выдерживая все требования ГОСТа 2.108—68.

13. Нанести номера позиций деталей в соответствии с номерами, проставленными в спецификации на данное изделие. Заполнить основную надпись и выполнить другие необходимые надписи (технические требования и пр.).

На сборочном чертеже, выполняемом с натуры, широко применяют условности, предусмотренные стандартом.

Если необходимо, то на чертеже показывают условное обозначение посадок в ответственных сопряжениях, необходимую обработку

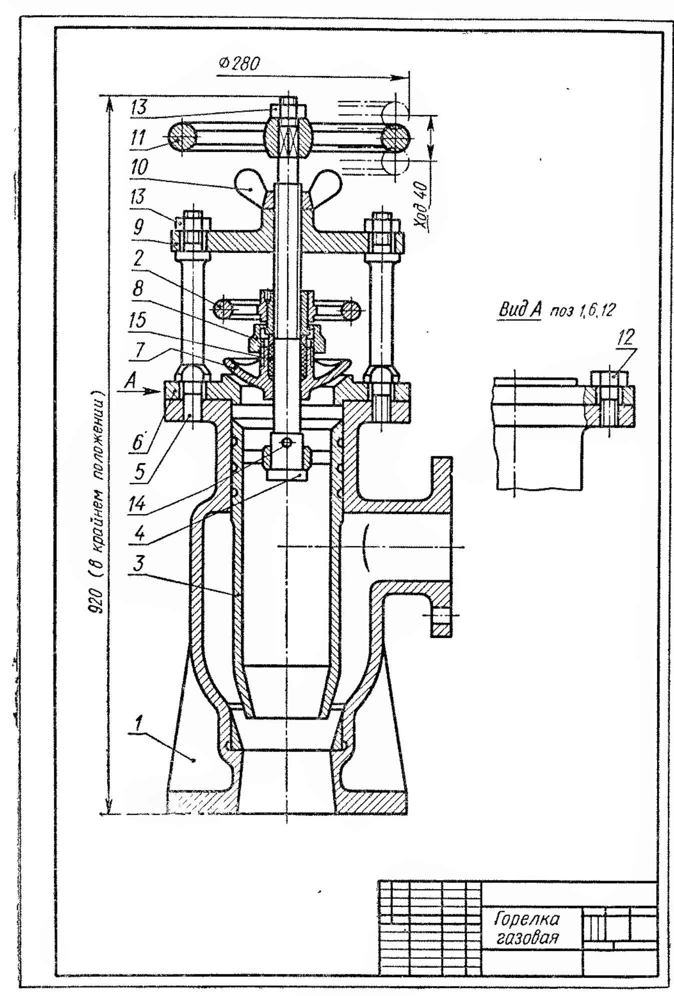


Рис. 475

деталей в процессе сборки изделия, характер сопряжения разъемных и неразъемных частей изделия и методы обеспечения контроля этих сопряжений, изображают контуры пограничных деталей, перемещающихся частей в крайних или в промежуточных положениях и т. п.

Пример сборочного чертежа газовой горелки дан на рис. 475.

ЧЕРТЕЖИ ОБЩИХ ВИДОВ

Чертежи общих видов содержат изображения изделий с их видами, разрезами, сечениями, а также текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия

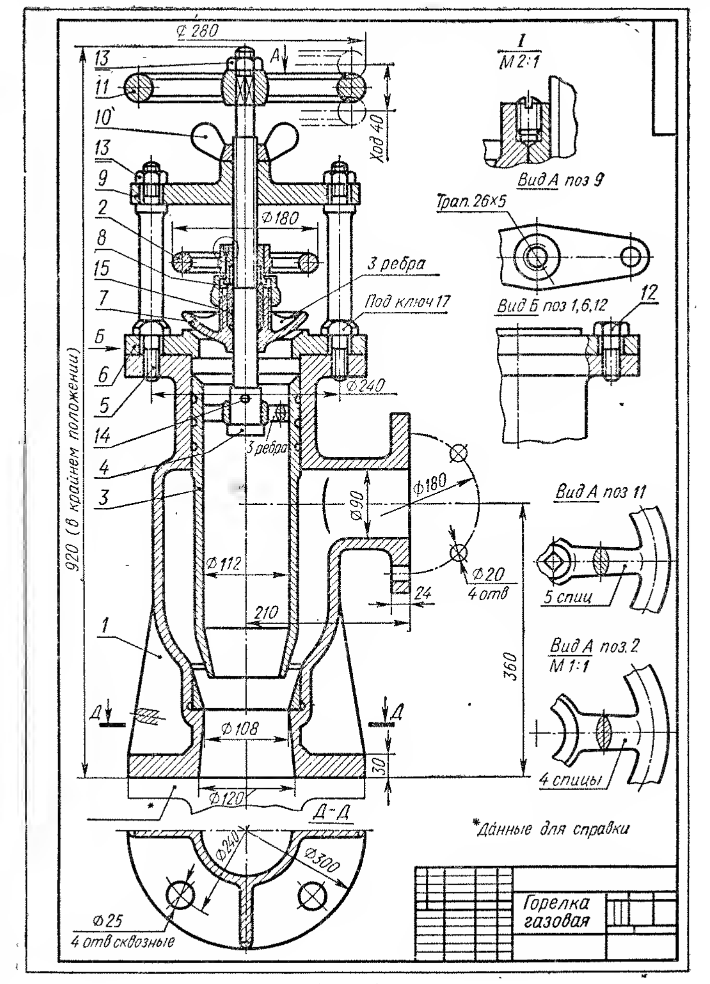


Рис. 476

его составных частей и принципа работы изделия, а также данные о составе изделия. На чертеже общего вида допускается помещать техническую характеристику изделия. По чертежу общего вида возможна разработка чертежей деталей и сборочных единиц без дополнительных разъяснений.

На рис. 476 изображен общий вид газовой горелки.

Главное изображение есть полный фронтальный разрез. На месте вида сверху дан разрез по *Д—Д*, выявляющий форму нижнего фланца корпуса *1*, ребра жесткости и расположение отверстий. Кроме того, на чертеже дано несколько местных видов, уточняющих элементы изделия.

На чертежах общего вида указывают характерные размеры, которые облегчают уяснение формы элементов детали. Эти размеры выдерживают при построении чертежей рабочего проекта в процессе деталирования.

Обратите внимание на разницу между чертежом общего вида (рис. 476) и сборочным чертежом той же горелки (рис. 475).

Спецификация деталей чертежа общего вида приведена на рис. 477.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
12				Схема		
22				Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
11		1		Корпус	1	
11		2		Маховичок	1	
				Детали		
11		3		Патрубок	1	
11		4		Шпиндель	1	
11		5		Стойка	2	
11		6		Крышка	1	
11		7		Клапан	1	
11		8		Втулка	1	
11		9		Траверса	1	
11		10		Гайка барашковая	1	
11		11		Штурвал	1	
				Стандартные изделия		
		12		Болт М16×35.58 ГОСТ 7798—70	2	
		13		Гайка М16.5 ГОСТ 5915—70	3	
		14		Шплинт 3×30 ГОСТ 397—66	1	
				Материалы		
		15				

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата		Лит	Масса	Масштаб
Разраб.					Горелка газовая			
Провер								
Н. контр.								
Утверд								

Рис. 477

ЧЕРТЕЖИ ГАБАРИТНЫЕ

Габаритные чертежи разделяют на: 1) чертежи изготовляемых или проектируемых изделий; 2) справочные чертежи покупных изделий.

Количество видов на габаритном чертеже должно быть минимальным, но достаточным для того, чтобы дать исчерпывающее представление о внешних очертаниях изделия, о положениях его выступающих частей (рычагов, маховиков, ручек, кнопок и т. п.), об элементах, которые должны быть постоянно в поле зрения (например, шкалах), о расположении элементов связи изделия с другими изделиями.

На габаритном чертеже должны быть видны крайние положения перемещающихся, выдвигаемых или откидываемых частей, рычагов

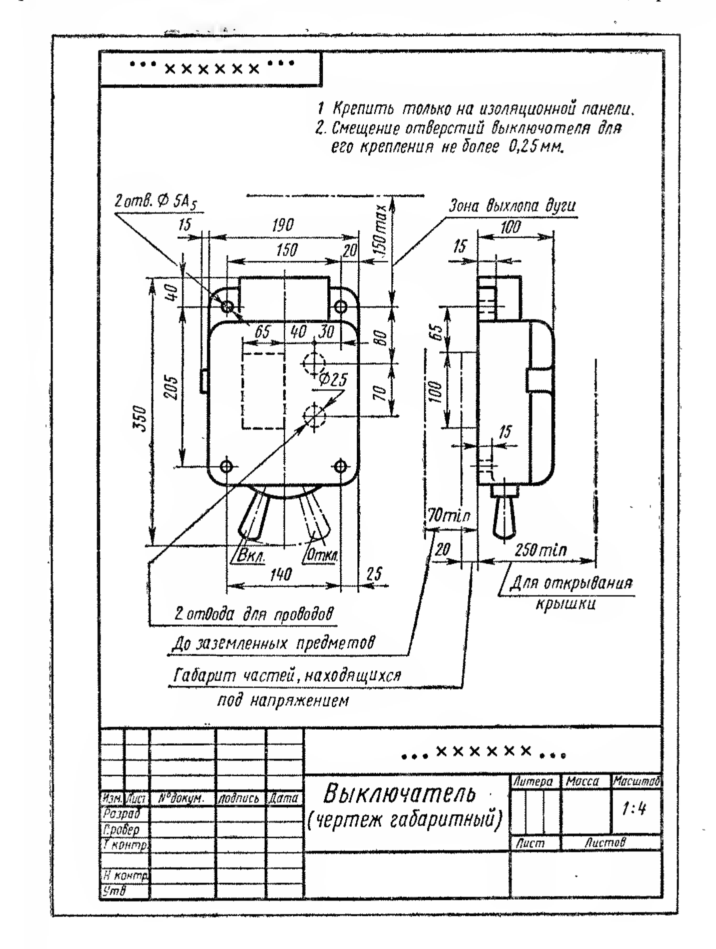


Рис. 478

кареток, крышек на петлях и т. п. Изображения изделий на габаритном чертеже выполняют с максимальными упрощениями.

Габаритный чертеж изделия выполняют сплошными основными линиями, а очертания перемещающихся частей в крайних положениях — штрих-пунктирными тонкими линиями.

На габаритном чертеже допускается изображать детали и сборочные единицы, не входящие в состав изделия и предназначенные для связи с другими изделиями.

На габаритном чертеже проставляют габаритные размеры изделия, установочные и присоединительные размеры и, при необходимости, размеры, определяющие положение выступающих частей.

Установочные и присоединительные размеры, необходимые для увязки изделия с другими изделиями, должны быть проставлены с предельными отклонениями. Допускается указывать координаты центра тяжести.

Габаритные чертежи не предназначаются для изготовления по ним изделий и не должны содержать данных для изготовления и сборки их. На габаритных чертежах не указывают, что все размеры, приведенные на них, справочные.

На габаритном чертеже допускается указывать условия применения, хранения, транспортирования и эксплуатации изделия при отсутствии этих данных в техническом описании, технических условиях или другом конструкторском документе.

Пример оформления габаритного чертежа изделия дан на рис. 478.

МОНТАЖНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

Монтажный чертеж должен содержать: 1) изображение монтируемого изделия; 2) изображение предметов, применяемых при монтаже изделия, а также полное или частичное изображение устройства (конструкции фундамента), к которому изделие крепится; 3) установочные и присоединительные размеры с предельными отклонениями; 4) технические требования к монтажу изделия.

Монтажные чертежи допускается выпускать на изделия, монтируемые на одном определенном месте либо в нескольких различных местах.

Монтажный чертеж выполняют по правилам, установленным для сборочных чертежей, с учетом изложенных правил.

Монтируемое изделие изображают на чертеже упрощенно, показывая его контурные очертания. Элементы конструкции, которые необходимы для правильного монтажа изделия, показывают подробно.

Устройство (объект, фундамент), к которому крепится изделие, также изображают упрощенно, показывая только те части, которые необходимы для правильного определения места и способа крепления изделия.

Изображение монтируемого изделия выполняют сплошными основными линиями, а устройство, к которому крепится изделие, — сплошными тонкими линиями.

Если монтаж производят на определенном месте, то на чертеже указывают присоединительные и установочные размеры, необходимые для его выполнения. В спецификации такого изделия должны быть вписаны все крепежные детали и материалы, необходимые для монтажа.

Если же монтаж осуществляется на различных местах, т. е. на разных объектах, устройствах, то необходимые присоединительные и установочные размеры приводят только как справочные. В этом случае в спецификацию не вписывают крепежные детали и материалы. При монтаже изделия в различных местах допускается указывать на чертеже размеры, определяющие специфические требования к размещению изделия (например, минимальное расстояние до стены помещения и т. п.).

На монтажном чертеже на полках линий-выносок или непосредственно на изображении указывают наименование и (или) обозначение устройства (объекта) или части устройства, к которому крепится монтируемое изделие. В спецификацию вписывают монтируемые изделия, а также сборочные единицы, детали и материалы, необходимые для монтажа, причем, если они не поставляются предприятием, изготовляющим монтируемое изделие, то в графе «Примечание» или в технических требованиях делают соответствующее указание.

ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Прочесть сборочный чертеж — это значит выяснить назначение данного изделия, устройство и принцип его работы, представить форму и размеры изделия в целом и каждой детали в отдельности, разобраться во взаимном расположении деталей и способах их соединения между собой и т. д.

Чтение сборочных чертежей рекомендуется проводить в определенной последовательности, внимательно разбираясь в каждом этапе.

1. Ознакомиться с содержанием основной надписи, помещенной в правом нижнем углу чертежа. Установить по надписи наименование изделия, номер чертежа, масштаб, массу конструкции, проектирующую организацию.

2. Ознакомиться с назначением и принципом работы изображенного изделия по комплекту конструкторских документов, прилагаемых к чертежу, и, в частности, по пояснительной записке и техническим условиям.

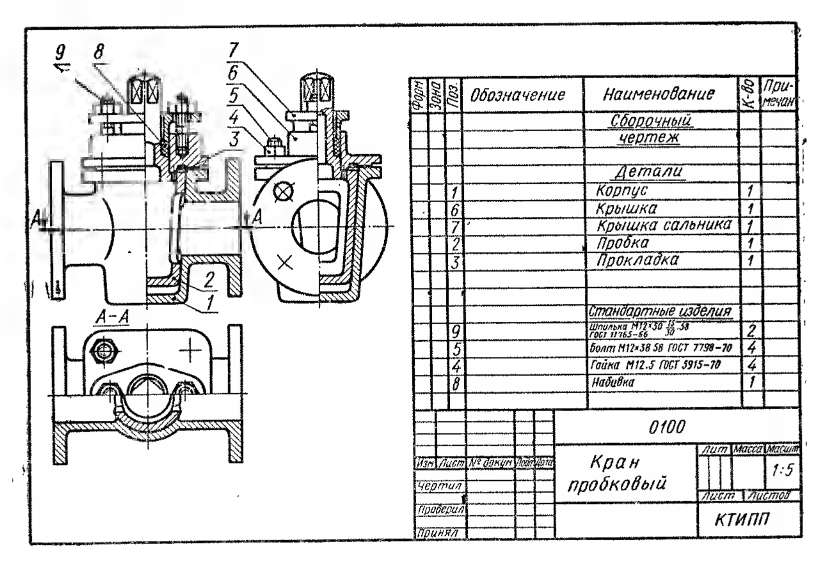
3. Изучить изображения, имеющиеся на сборочном чертеже, т. е. выяснить расположение вида спереди (главного вида); установить число основных, дополнительных и местных видов, в которых выполнен чертеж; определить, какие применены на чертеже разрезы (простые или сложные); установить для каждого разреза направление секущих плоскостей; отметить наличие сечений, выносных элементов и пр.

4. Ознакомиться с содержанием спецификации данного изделия; установить наименование каждой детали и материал, из которого ее изготовляют. Последовательно найти каждую деталь на чертеже на всех видах, разрезах и сечениях. По найденным изображениям определить геометрическую форму и конструктивные особенности детали.

Выяснению формы каждой детали способствует то, что во всех разрезах и сечениях одна и та же деталь заштрихована с одинаковым наклоном и густотой штриховки.

5. Установить характер соединения отдельных деталей. Для неразъемных соединений (сварных, клепаных, паяных и др.) определить каждый элемент соединения (например, каждый отдельный сварной шов). Для разъемных соединений выявить все крепежные детали, входящие в соединение.

Для подвижных деталей следует установить процесс их перемещения при работе механизма (взаимодействие деталей). Необходимо установить, какие поверхности деталей являются сопрягаемыми и по каким размерам поверхностей осуществляется соединение деталей. По сбо-



Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Примечан.
				Сборочный чертеж		
				Детали		
		1		Корпус	1	
		6		Крышка	1	
		7		Крышка сальника	1	
		2		Пробка	1	
		3		Прокладка	1	
				Стандартные изделия		
		9		Шпилька M12×30 $\frac{15}{30}$.58 ГОСТ 11765-66	2	
		5		Болт M12×38 58 ГОСТ 7798-70	4	
		4		Гайка M12.5 ГОСТ 5915-70	4	
		8		Набивка	1	

Рис. 479

рочному чертежу определяют и посадку деталей, гарантирующую их взаимодействие в изделии.

6. Установить, какие подвижные поверхности деталей смазываются и как эта смазка осуществляется.

7. Установить порядок сборки и разборки изделия. При этом следует выделить стандартизованные и нормализованные детали, на которые не составляют рабочие чертежи.

Рассмотрим порядок чтения сборочного чертежа на примере (рис. 479).

Из основной надписи (рис. 479) видно, что на чертеже в масштабе 1 : 5 изображен кран пробковый в трех основных видах.

Из описания, которое обычно прилагается к сборочным чертежам, имеющим учебное назначение, можно узнать, что пробковый кран является затворным устройством для трубопроводов. Затвор крана конической формы называется пробкой. Пробка *2* крышкой *6* прижата к уплотнительной поверхности корпуса *1*. На хвостовик пробки квадратного сечения надета рукоятка, с помощью которой пробка вращается вокруг оси, перпендикулярной к потоку. Пробковые краны устанавливают там, где требуется быстрое получение большого количества жидкости (газа), так как для полного открытия крана достаточно повернуть пробку на угол 90°.

Ознакомление с корпусом крана начинают со спецификации, где указано, что в изделии имеется только одна такая деталь.

Изучая форму этой детали в каждом виде и сопоставляя виды между собой, необходимо представить себе изображение корпуса таким, как показано на рис. 480. Разобравшись полностью в чертеже этой детали на рис. 480, вновь возвращаются к рис. 479 и сопоставляют эти два чертежа. Достаточно хорошо изучив изображение основной де-

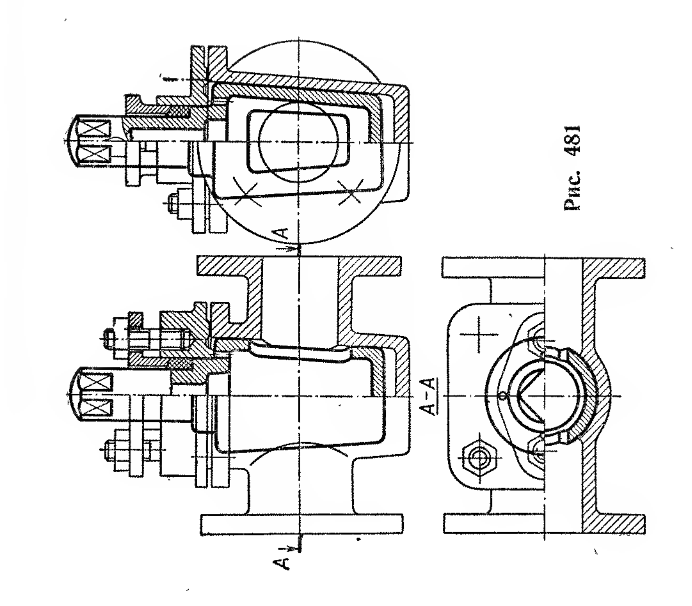


Рис. 481

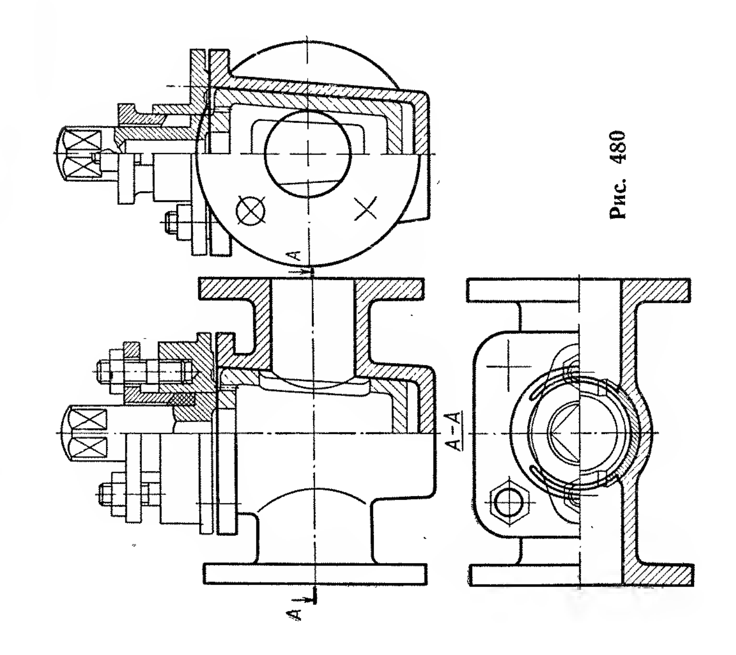


Рис. 480

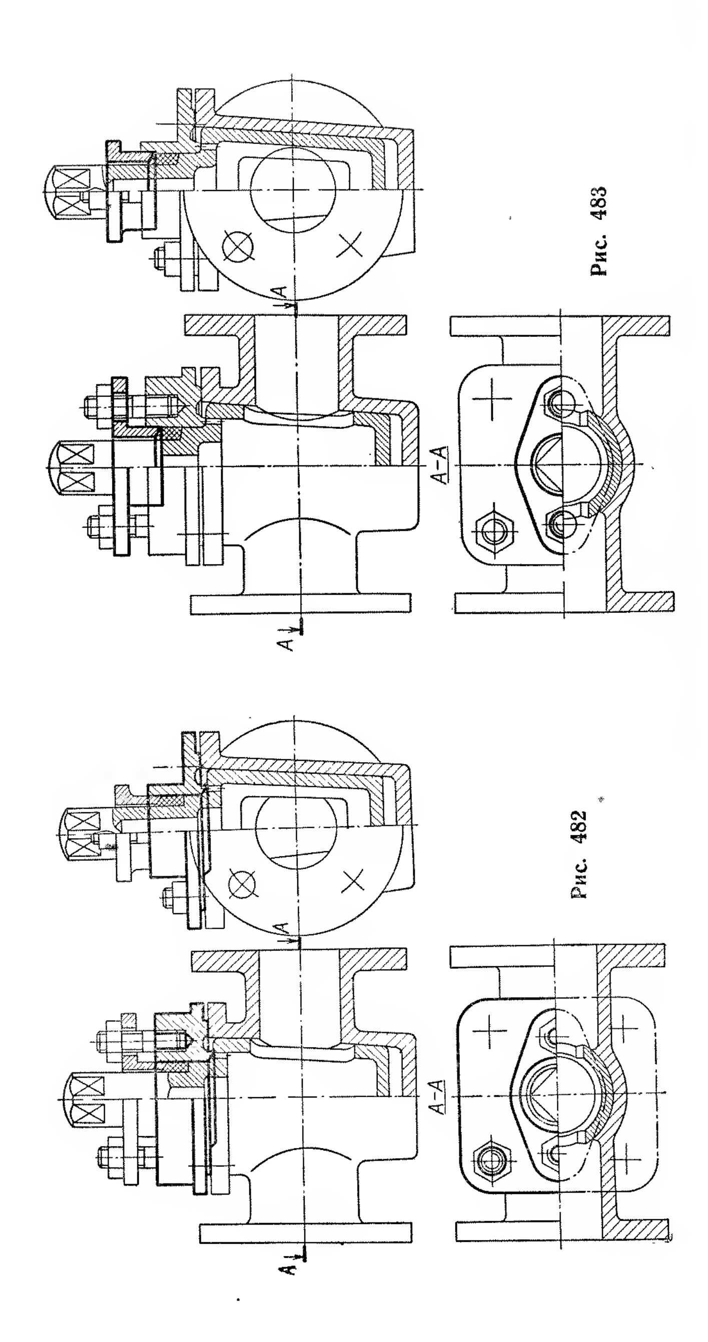


Рис. 483

Рис. 482

тали *1*, следует перейти к изучению остальных деталей (*2*, *6*, *7*). Сначала каждую из них нужно рассмотреть на сборочном чертеже, а затем ознакомиться с формой этих деталей по рис. 481, 482, 483. Каждый раз необходимо сопоставлять чертеж отдельной детали с ее изображением на сборочном чертеже.

После того как изучены формы отдельных деталей, необходимо установить способ соединения деталей между собой и возможность движения одной детали относительно другой.

Так, например, анализируя взаимное положение деталей на рис. 479, заключают, что крышка *6* крепится к корпусу с помощью четырех болтов *5* и гаек *4*. На крышке *7* укреплен сальник, обеспечивающий уплотнение набивки *8*. Сальник прижимается к крышке с помощью шпилек *9* и гаек *4*. Единственно подвижная деталь в данном механизме это пробка, которая может вращаться вокруг своей оси. Кран на чертеже изображен в открытом положении.

ПОРЯДОК ДЕТАЛИРОВАНИЯ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

После того как сборочный чертеж прочитан, приступают к его деталированию.

1. Перед началом работы по деталированию отмечают в спецификации все оригинальные детали, так как стандартизованные, нормализованные и покупные детали должны быть исключены из процесса деталирования. Обычно начинают с изображения простых деталей, что отвечает педагогическому требованию: от простого к сложному. В спецификации находят наименование изображаемой детали; материал, из которого она изготовлена, — ее масса.

2. Находят деталь на всех изображениях сборочного чертежа и изучают ее внешнюю и внутреннюю форму. Определяют ее габаритные размеры.

3. Выбирают главное изображение детали в соответствии с требованиями ГОСТа 2.305—68.

Главным изображением может быть вид, разрез или сочетание вида с разрезом. Положение главного изображения детали на рабочем чертеже может и не соответствовать ее положению на главном виде сборочного чертежа.

Детали, обрабатываемые обточкой и расточкой (оси, втулки, валы, штоки, фланцы и пр.), изображают на главном виде, как правило, горизонтально, т. е. в том положении, в каком они обрабатываются на токарном станке.

4. Намечают необходимое количество изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов) исходя из требований стандарта о том, что количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для полного представления о форме и размерах детали. Количество и характер изображений детали на рабочем чертеже могут соответствовать и не соответствовать числу изображений на сборочном чертеже.

5. Выбирают масштаб изображения детали в соответствии с ГОСТом 2.302—68. При деталировании не обязательно придерживаться одного и того же масштаба для всех деталей. Мелкие или сложные по форме детали выполняют в более крупном масштабе.

6. Выбирают формат, необходимый для выполнения рабочего чертежа в соответствии с ГОСТом 2.301—68. Если необходимо, то используют не только основные, но и дополнительные форматы.

7. Вычерчивают изображение детали и оформляют чертеж в соответствии с требованиями ГОСТа 2.109—73.

На рабочем чертеже должны найти отражение и те элементы детали, которые на сборочном либо совсем не изображены, либо изображены упрощенно. К таким элементам относятся: а) литейные и штамповочные уклоны, конусности, скругления; б) проточки, канавки для выхода резьбонарезающего инструмента; в) внешние и внутренние фаски; г) галтели, переходы и т. п.

Размеры этих элементов конструкции берут не по сборочному чертежу, а из специальных стандартов, нормативных указаний и т. п.

Некоторые технологические операции выполняют в процессе сборки изделия, например: расклепывание, развальцовывание, запрессовку, сверление при сборке и др. На сборочном чертеже или в технических условиях обычно эти операции оговариваются. При выполнении рабочего чертежа деталь следует изображать в том виде, в каком она поступает на сборку, т. е. до выполнения тех технологических операций, о которых речь шла выше.

Размеры, указанные на сборочном чертеже, могут и не соответствовать масштабу, отмеченному в основной надписи. Это объясняется условиями фотографирования и клиширования чертежей. Поэтому для определения размеров детали и ее конструктивных элементов используют угловой график масштабов. Особое внимание следует обратить на то, чтобы размеры смежных, сопряженных деталей были между собой увязаны. Вместе с размерами сопряженных элементов детали должны быть проставлены допуски и посадки.

Размеры стандартных элементов детали (проточек, канавок, фасок, резьбы и пр.) должны быть проверены по соответствующим стандартам.

Обозначение классов чистоты поверхности наносят исходя из условий работы детали либо из технологии ее изготовления.

Окончательно оформляют чертеж, основную надпись, технические требования.

Глава VIII

КОНСТРУКТОРСКИЕ ДОКУМЕНТЫ, ИХ ВИДЫ, КОМПЛЕКТНОСТЬ, СТАДИИ РАЗРАБОТКИ

ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ

(по ГОСТу 2.101—68)

Стандарт устанавливает виды изделий для всех отраслей промышленности при выполнении конструкторской документации. **Изделием** называется любой предмет или набор предметов, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделия, в зависимости от их назначения, делят на **изделия основного и вспомогательного производства.**

Изделия, предназначенные для поставки (реализации), относят к изделиям основного производства, а предназначенные только для собственных нужд предприятия — к изделиям вспомогательного производства. Если изделие, предназначенное для поставки, одновременно используется и для собственных нужд предприятия, то его относят к изделиям основного производства.

Стандартом установлены следующие виды изделий:

а) детали;
б) сборочные единицы;
в) комплексы;
г) комплекты.

В зависимости от наличия составных частей изделия делят на специфицированные (сборочные единицы, комплексы, комплекты), состоящие из двух и более составных частей, и неспецифицированные (детали), не имеющие составных частей.

На схеме (рис. 484) приведены виды изделий и их структура.

Деталью называется изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций. Примеры деталей: болт, валик из одного куска металла; маховичок из пластмассы (без арматуры); печатная плата; винт, подвергнутый хромированию; трубка, спаянная или сваренная из одного куска листового материала; отрезок кабеля или провода заданной длины и т. п.

Сборочной единицей называется изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями. К сборочным операциям относятся сварка, пайка, свинчивание, клепка, развальцовка, склеивание, сшивка, опрессовка, укладка и т. п.

Примеры сборочных единиц: станок, автомобиль, редуктор, сварной корпус, маховичок из пластмассы с металлической арматурой, телефонный аппарат и т. п.

При необходимости к сборочным единицам также относят изделия, для которых предусмотрена разборка их на составные части предприятием-изготовителем для удобства транспортирования или упаковки.

К сборочным единицам также относятся изделия, имеющие общее функциональное назначение и устанавливаемые на предприятии-изготовителе в другую сборочную единицу, например, электрооборудование автомобиля, самолета, гидропривод станка и пр.

К сборочным единицам относятся также изделия типа инструментального набора, т. е. состоящие из деталей или сборочных единиц, совместно уложенных на предприятии в укладочные средства (футляры, коробки и пр.).

Изделия: Детали; Сборочные единицы (Сборочные единицы, Детали, Комплекты); Комплексы (Комплексы, Сборочные единицы, Детали, Комплекты); Комплекты (Сборочные единицы, Детали, Комплекты)

Рис. 484

Комплексом называется два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Примеры комплексов: поточная линия станков; корабль; пусковая установка ракеты; бурильная установка и пр.

Кроме изделий, выполняющих основные функции, в комплекс могут входить детали, сборочные единицы и комплекты, предназначенные для выполнения вспомогательных функций, т. е. комплект запасных частей, изделия, предназначенные для монтажа комплекса на месте его эксплуатации, укладочные средства и др.

Комплектом называется два и более изделия, не соединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями и имеющие общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера. Примеры комплектов: комплект запасных частей, комплект измерительной аппаратуры, комплект упаковочной тары и т. д.

Предприятие может использовать также и **покупные** изделия. К ним относятся изделия, не изготовляемые на данном предприятии, а получаемые в готовом виде (исключение составляют изделия, получаемые в порядке запланированного кооперирования).

ВИДЫ И КОМПЛЕКТНОСТЬ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

(по ГОСТу 2.102—68)

Стандарт устанавливает:

1) перечень конструкторских документов (графических и текстовых), которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки и изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта;

2) определение каждого предусмотренного документа;

3) наименование конструкторских документов в зависимости от способа их выполнения и характера использования;

4) подразделение документов в зависимости от стадии разработки;

5) комплектность конструкторских документов.

Рассмотрим в отдельности каждый из перечисленных пунктов.

1. К конструкторским документам относятся перечисленные ниже документы:

Наименование документа	Шифр	Наименование документа	Шифр
Чертеж детали	—	Ведомость эскизного проекта	ЭП
Сборочный чертеж	СБ	Ведомость технического проекта	ТП
Чертеж общего вида	ВО	Пояснительная записка	ПЗ
Теоретический чертеж	ТЧ	Технические условия	ТУ
Габаритный чертеж	ГЧ	Программа и методика испытаний	ПМ
Монтажный чертеж	МЧ	Таблицы	ТБ
Схемы	По ГОСТу 2.701—68	Расчеты	РР
Спецификация	—	Документы прочие	Д. . .
Ведомость спецификаций	ВС	Патентный формуляр	ПФ
Ведомость ссылочных документов	ВД	Документы эксплуатационные	По ГОСТу 2.601—68
Ведомость покупных изделий	ВП	Документы ремонтные	По ГОСТу 2.602—68
Ведомость согласования применения изделий	ВИ	Карта технического уровня и качества продукции	КУ
Ведомость держателей подлинников	ДП		
Ведомость технического предложения	ПТ		

2. Рассмотрим определения наиболее часто встречающихся конструкторских документов.

Чертеж детали — документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Сборочный чертеж — документ, содержащий изображение изделия и другие данные, необходимые для его сборки (изготовления) и контроля. К сборочным чертежам также относят гидромонтажные, пневмомонтажные и электромонтажные чертежи.

Чертеж общего вида — документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Теоретический чертеж — документ, определяющий геометрическую форму (обводы) изделия и координаты расположения составных частей.

Габаритный чертеж — документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами.

Монтажный чертеж — документ, содержащий упрощенное, контурное изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения. К монтажным чертежам также относят и чертежи фундаментов, разрабатываемые для установки изделия.

Схема — документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Спецификация — документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Пояснительная записка — документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений.

Технические условия — документ, содержащий требования к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах.

Таблица — документ, содержащий в зависимости от его назначения соответствующие данные, сведенные в таблицу.

Расчет — документ, содержащий расчеты параметров и величин, например, расчет размерных цепей, расчет на прочность и др.

3. В зависимости от способа их выполнения и характера использования конструкторские документы подразделяются на оригиналы, подлинники, дубликаты и копии.

Оригиналы — документы, выполненные на любом материале (бумаге, картоне и др.) карандашом или тушью и предназначенные для изготовления по ним подлинников. После изготовления подлинников оригиналы обычно не сохраняют.

Подлинники — документы, выполненные на любом материале (кальке, фотокальке и др.), позволяющем многократно воспроизводить с них копии светокопированием, фотографированием и т. п. Подлинники должны быть подписаны подлинными установленными подписями должностными лицами. Допускается в качестве подлинника использовать оригинал, фотокопию или экземпляр образца (изданного типографским способом), оформленные заверительными подлинными установленными подписями лиц, ответственных за выпуск документа.

Дубликаты — копии подлинников, обеспечивающие тождественное воспроизведение подлинников, выполненные на любом материале, позволяющем снимать с них копии. Материалом для дубликатов служит диазкалька, фотокалька, фотопленка и т. п. Обычно дубликаты пересылаются на другие предприятия, где они действуют на правах подлинников с целью дублирования производства соответствующих изделий.

Копии — документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинником (дубликатом) и предназначенные для непосредственного использования в производстве, при проектировании, при эксплуатации и ремонте изделий. Копии выполняются светокопированием, фотографированием и пр.

Документы, которые предназначены для разового использования в производстве, допускается выполнять в эскизном виде. Это относится ко всем вышеназванным документам (оригиналам, подлинникам, дубликатам). Эскизные документы выполняют, как правило, без соблюдения масштаба и без применения чертежных инструментов.

4. Документы в зависимости от стадии разработки подразделяются на проектные (техническое предложение, эскизный проект и технический проект) и рабочие (рабочая документация). Рабочая документация составляется на детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.

Рассмотрим номенклатуру конструкторских документов, относящихся к каждому этапу разработки проектной и рабочей документации (в пункте «а» указаны документы, обязательные для разработки, а в пункте «б» — документы, составляемые по усмотрению разработчика в зависимости от характера, назначения и условий производства изделия):

1. **Техническое предложение:** а) ведомость технического предложения и пояснительная записка; б) чертеж общего вида, габаритный чертеж, схемы, таблицы, расчеты, патентный формуляр, карта технического уровня и прочие документы.

2. **Эскизный проект:** а) ведомость эскизного проекта и пояснительная записка; б) чертеж общего вида, теоретический чертеж, габаритный чертеж, схемы, ведомость покупных изделий, ведомость согласования применения изделий, программа и методика испытаний, таблицы, расчеты, патентный формуляр, карта технического уровня и прочие документы.

3. **Технический проект:** а) чертеж общего вида, ведомость технического проекта, пояснительная записка; б) чертежи деталей, теоретический чертеж, габаритный чертеж, ведомость покупных изделий, ведомость согласования применения изделий, программа и методика испытаний, таблицы, расчеты, патентный формуляр, карта технического уровня и прочие документы.

В комплект рабочей документации на отдельные виды изделий входит:

1. Рабочая документация на деталь: а) чертеж детали; б) теоретический чертеж, габаритный чертеж, технические условия, программа и методика испытаний, таблицы, расчеты патентный формуляр, документы эксплуатационные, документы ремонтные, карта технического уровня и прочие документы.

2. Рабочая документация на сборочную единицу: а) сборочный чертеж и спецификация; б) теоретический чертеж, габаритный чертеж, монтажный чертеж, схемы, ведомость спецификаций, ведомость ссылочных документов, ведомость покупных изделий, ведомость согласования применения изделий, ведомость держателей подлинников, технические условия, программа и методика испытаний, таблицы, расчеты, патентный формуляр, документы эксплуатационные, документы ремонтные, карта технического уровня и прочие документы.

3. Рабочая документация на комплексы: а) спецификация; б) все те же документы, что и на сборочную единицу по пункту «б».

4. Рабочая документация на комплекты: а) спецификация; б) схемы, ведомость спецификаций, ведомость ссылочных документов, ведомость покупных изделий, ведомость согласования применения изделий, ведомость держателей подлинников, технические условия, таблицы, расчеты, документы эксплуатационные, документы ремонтные, карта технического уровня и прочие документы.

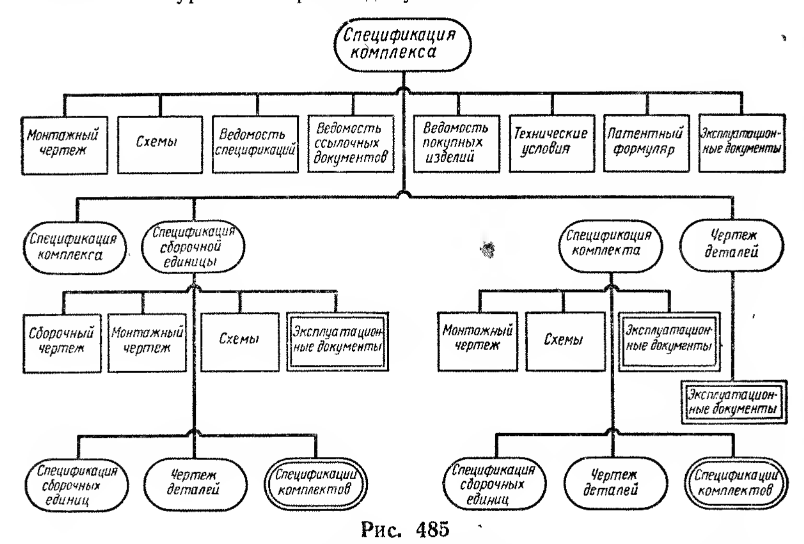


Рис. 485

5. При определении комплектности конструкторских документов на изделие различают: а) **основной конструкторский документ;** б) **основной комплект конструкторских документов;** в) **полный комплект конструкторских документов.**

За основной конструкторский документ принимают для деталей — чертеж детали, а для сборочных единиц, комплексов и комплектов — спецификацию.

Основной комплект конструкторских документов изделия объединяет документы, относящиеся ко всему изделию в целом, например, сборочный чертеж, принципиальная электрическая схема, технические условия, эксплуатационные документы. Конструкторские документы на отдельные составные части изделия в основной комплект не входят.

Полный комплект конструкторских документов состоит из основного комплекта документов на данное изделие и из основного комплекта конструкторских документов на все составные части данного изделия.

На рис. 485 дан пример построения полного комплекта конструкторских документов для комплекса. Основной конструкторский документ показан в овале. Документы основного комплекта показаны в прямоугольниках, причем на схеме показана только часть документов основного комплекта, предусмотренных в ГОСТе 2.102—68. Документы, обведенные в двойные рамки, предусматриваются только для изделий, предназначенных для самостоятельной поставки.

СТАДИИ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

(по ГОСТу 2.103—68)

Разработка конструкции сложного изделия проходит ряд стадий и этапов выполнения работ, каждой из которых соответствует определенная степень отработки чертежей и других конструкторских документов.

Рассмотрим в наиболее полном виде стадии разработки конструкторской документации:

1. **Техническое задание.** Этап работы состоит из разработки, согласования и утверждения технического задания.

Техническое задание устанавливает основное назначение, технические и тактико-технические характеристики, показатели качества, технико-экономические требования к разрабатываемому изделию, стадии разработки конструкторской документации на данное изделие и специальные требования к нему.

2. **Техническое предложение.** Этап работы состоит из: а) подбора необходимых для проектирования материалов; б) разработки технического предложения по результатам анализа технического задания; в) рассмотрения и утверждения технического предложения.

На этой стадии конструкторским документам присваивается литера «П».

Техническое предложение представляет собой совокупность конструкторских документов, содержащих техническое и технико-экономическое обоснование целесообразности разработки документации изделия. Техническое предложение строится на основании анализа технического задания заказчика, анализа различных возможных вариантов решения, сравнительной оценки этих решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей изделия, анализа существующих изделий подобного типа и имеющихся патентных материалов.

После согласования и утверждения техническое предложение является основанием для разработки эскизного (технического) проекта.

3. **Эскизный проект.** Этап работы состоит из: а) разработки документов эскизного проекта; б) изготовления и испытания опытных макетов; в) рассмотрения и утверждения эскизного проекта.

Эскизный проект представляет собой совокупность конструкторских документов, которые содержат принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также содержат данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры изделия.

Конструкторским документам эскизного проекта присваивается литера «Э».

После согласования и утверждения эскизный проект служит основанием для разработки технического проекта или рабочей конструкторской документации.

4. **Технический проект.** Этап работы состоит из: а) разработки документов технического проекта; б) изготовления и испытания макетов; в) рассмотрения и утверждения технического проекта.

Технический проект представляет собой совокупность конструкторских документов, которые содержат окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия и содержащие исходные данные для разработки рабочей документации.

Конструкторским документам технического проекта присваивается литера «Т».

После согласования и утверждения технический проект служит основанием для разработки рабочей конструкторской документации.

5. Разработка рабочей документации опытного образца. Этап работы состоит из: а) разработки конструкторских документов, предназначенных для изготовления и испытания опытного образца или опытной партии; б) изготовления и испытания опытного образца или партии; в) корректировки конструкторских документов по результатам изготовления и испытания образцов. На этой стадии документам присваивается литера «О»; г) государственных, межведомственных, приемочных и других испытаний опытного образца или партии; д) последующей корректировки конструкторских документов по результатам этих испытаний с присвоением документам литеры «$О_1$».

Если необходимо, то производится последующее изготовление и испытание образцов или партий с соответствующей корректировкой документации и присвоением ей индексов «$О_2$», «$О_3$» и т. д.

6. Разработка рабочей документации установочной серии. Этап работы состоит из: а) изготовления и испытания установочной серии; б) корректировки конструкторских документов по результатам изготовления, испытания и оснащения технологического процесса изделия установочной серии. Конструкторским документам присваивается литера «А».

7. Разработка рабочей документации установившегося серийного или массового производства. На этой стадии происходит: а) изготовление и испытание головной (контрольной) серии; б) корректировка конструкторских документов по результатам изготовления и испытания головной серии. По полностью оснащенному технологическому процессу окончательно отрабатывается и проверяется изделие и документам присваивается литера «Б». Если конструкция изделия проста, то отпадает необходимость в некоторых стадиях и этапах разработки конструкторской документации.

Конструкторским документам для индивидуального производства, предназначенным для разового изготовления одного или нескольких изделий, присваивают литеру «И». Разработке документации для изделий индивидуального производства может предшествовать выполнение отдельных указанных стадий разработки, например, разработка технического задания, технического предложения, эскизного проекта и др.

ГРУППОВЫЕ КОНСТРУКТОРСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

(по ГОСТу 2.113—70)

Групповым конструкторским документом называется документ, содержащий информацию о двух и более изделиях.

К основным конструкторским документам относят групповой чертеж деталей и групповую спецификацию. Групповой (табличный) чертеж позволяет ускорить выпуск комплекта чертежей, так как сокращается количество технических документов.

В одном групповом конструкторском документе можно объединять изделия, обладающие общими конструктивными признаками, т. е. имеющие:

а) единство конструкции при различных параметрах, т. е. при различных материалах, покрытиях, классах точности, при различных маркировках, параметрах регулирования и пр.;

б) сходство конструкции при конструктивных отличиях некоторых составных частей по конфигурации, параметрам и т. п.;

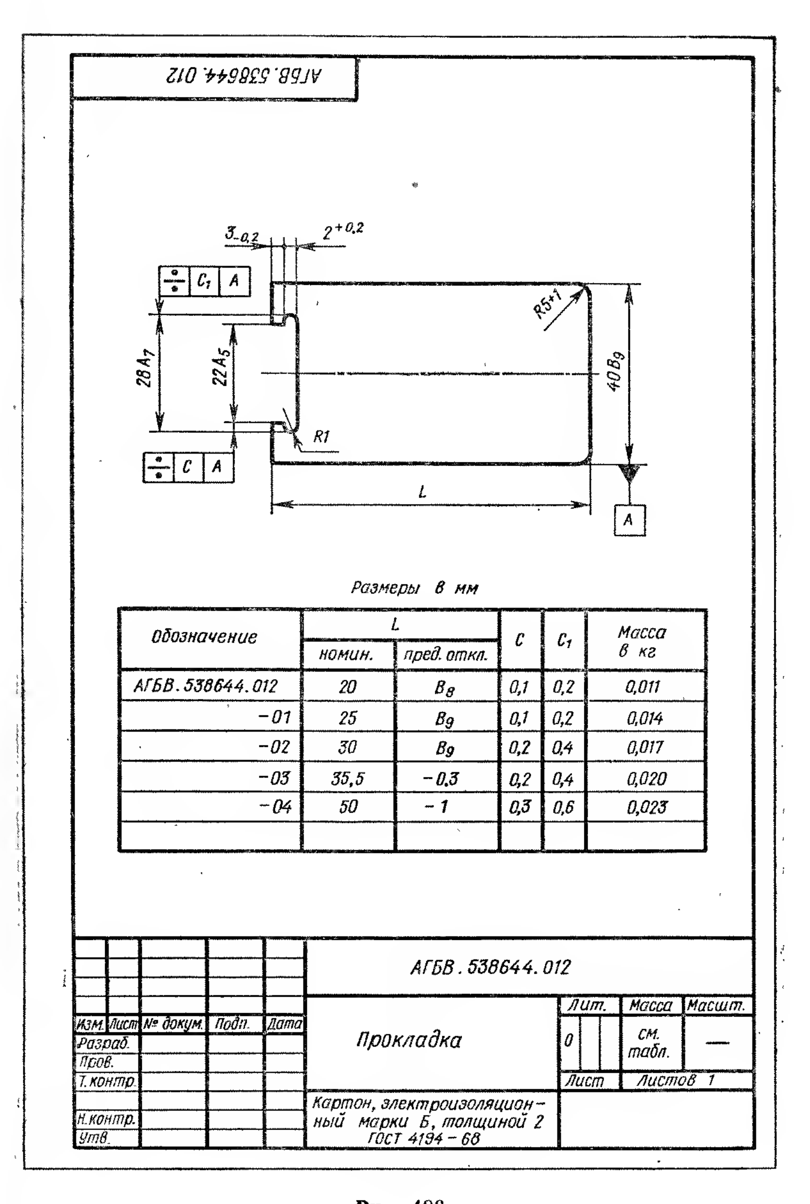


Рис. 486

в) единство конструкции при различных размерах составных частей.

Различают на групповом документе постоянные и переменные данные.

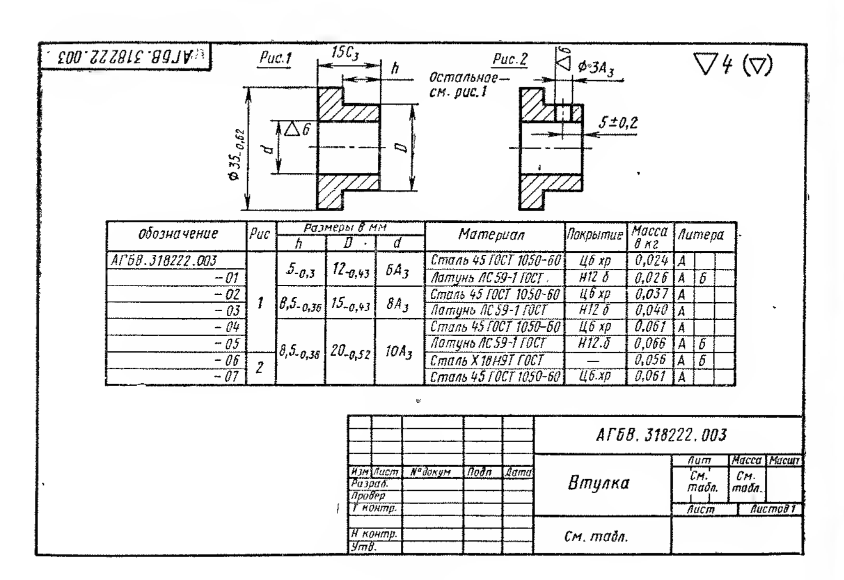
Постоянными называют данные, общие для всех исполнений, а переменными—те данные, которыми исполнения отличаются друг от друга.

Каждому исполнению присваивается самостоятельное обозначение. Первому исполнению, которое условно считается основным, присваивается по ГОСТу 2.201—68 обозначение, как отдельному изделию, например, АГБВ.538644.012. Это же обозначение является общей частью для всех остальных исполнений. Для обозначения отдельных исполнений (кроме основного) к общей части через тире добавляют порядковый двузначный номер исполнения, например, АГБВ.538644.012-03.

Обозначение неосновного группового конструкторского документа, относящегося ко всем исполнениям, состоит из общей части обозначений всех исполнений и шифра документа, например, АБВГ.533246.018ГЧ (т. е. габаритный чертеж). Если же неосновной документ относится лишь к определенному исполнению, то запись выполняют так: АБВГ.533246.018-04ГЧ.

Рассмотрим правила выполнения групповых чертежей.

На групповом чертеже полностью изображают основное исполнение. Переменные элементы, отличающиеся своей конфигурацией, показывают на отдельных изображениях (видах, разрезах, сечениях, выносных элементах). Основное изображение надписывают «Рис. 1», а остальные «Рис. 2», «Рис. 3» и т. д. Номер рисунка указывают в специальной графе таблицы исполнений.



Обозначение	Рис	Размеры в мм: h	D	d	Материал	Покрытие	Масса в кг	Литера		
АГБВ.318222.003	1	$5_{-0,3}$	$12_{-0,43}$	$6A_3$	Сталь 45 ГОСТ 1050-60	Ц6 хр	0,024	А		
–01					Латунь ЛС 59-1 ГОСТ	Н12 б	0,026	А	б	
–02		$8,5_{-0,36}$	$15_{-0,43}$	$8A_3$	Сталь 45 ГОСТ 1050-60	Ц6 хр	0,037	А		
–03					Латунь ЛС 59-1 ГОСТ	Н12 б	0,040	А		
–04		$8,5_{-0,36}$	$20_{-0,52}$	$10A_3$	Сталь 45 ГОСТ 1050-60	Ц6 хр	0,061	А		
–05					Латунь ЛС 59-1 ГОСТ	Н12.б	0,066	А	б	
–06	2				Сталь Х18Н9Т ГОСТ	—	0,056	А	б	
–07					Сталь 45 ГОСТ 1050-60	Ц6.хр	0,061	А		

Рис. 487

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
12			АГБВ. 685910. 321 СБ	Сборочный чертеж		
11			АГБВ. 685910. 321 ГЧ	Габаритный чертеж		
11			АГБВ. 685910. 321 ИЭ	Инструкция по эксплуатации		
				Сборочные единицы		
11		1	АГБВ 685285.129	Коробка выводов	1	
				Детали		
12		2	АГБВ.688283.128	Крышка подшипника	1	
12		3	АГБВ 688284.120	Крышка подшипника	1	
12		4	АГБВ.688284.121	Крышка подшипника	2	
				Стандартные изделия		
		5		Болт М10×80.58 ГОСТ 7798-70	6	
		6		Болт М12×70.58.019 ГОСТ 7798-70	12	
		7		Шпонка 18×11×70 ГОСТ 8789-68	1	
		8		Подшипник 215 ГОСТ 8338-57	1	
		9		Подшипник 2215 ГОСТ 8328-57	1	

АГБВ. 685910. 321
Электродвигатель асинхронный
Лит. | Лист 1 | Листов 2

Рис. 488

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Переменные данные для исполнений		
				АГБВ. 685910. 321		
				См. СБ, рис.1		
				Д-1, лит. „0"		
				Сборочные единицы		
11		10	АГБВ. 685189. 349-08	Статор	1	
11		11	АГБВ. 685243. 185	Щит подшипниковый	2	
11		12	АГБВ. 685295. 012	Ротор	1	
				АГБВ. 685910. 321-01		
				См. СБ, рис. 2		
				Д-1А, лит. „0"		
				Сборочные единицы		
11		10	АГБВ. 685189. 349-10	Статор	1	
11		12	АГБВ. 685295. 012-01	Ротор	1	
				Детали		
12		11	АГБВ. 685243. 005	Щит подшипниковый	2	

АГБВ. 685910. 321
Лист 2

Рис. 489

Постоянные величины (размеры, предельные отклонения, шероховатость поверхности и др.) указывают на чертеже основного исполнения конкретными величинами (цифрами, условными знаками и пр.).

Переменные размеры наносят на чертеже буквенными обозначениями, а их конкретные значения указывают в таблице исполнений.

Таблицу исполнений помещают на поле графического документа, как правило, на первом листе. В таблицу исполнений должны быть внесены обозначения всех исполнений и относящиеся к ним сведения о переменных изображениях, размерах, материалах, покрытиях и пр.

На рис. 486—489 даны примеры исполнения групповых чертежей. На рис. 486 переменными величинами являются длина прокладки L и величины C и C_1 отклонений выреза от симметричности по отношению к базовой поверхности A. Переменными являются также значение предельных отклонений по размеру L и величина массы детали.

В первой левой графе полное обозначение изделия записывают только в первой строке, а в последующих строках указывают номер исполнения, опуская общую повторяющуюся часть обозначения.

На рис. 487 даны примеры группового чертежа деталей, отличающихся и элементами конструкции (втулка на рис. 1 отверстия не имеет, а на рис. 2 имеет). На рис. 2 показаны только дополнительные размеры, характеризующие отверстие, а все остальные параметры те же, что и на рис. 1 (об этом говорит надпись: «Остальное — см. рис. 1»).

На данном групповом чертеже даны параметры для девяти различных исполнений, отличающиеся переменными размерами h, D, d, материалом, покрытием, массой и литерой изготовления (A или $Б$).

На рис. 488, 489 даны примеры оформления групповой спецификации. В спецификации вначале записывают постоянные документы и составные части по правилам, установленным в ГОСТе 2.108—68, а затем под общим заголовком «Переменные данные для исполнений» записывают переменные документы для каждого исполнения под его обозначением, записанным в виде заголовка в графе «Наименование». На рис. 488, 489 показано оформление первого и последующих листов спецификации.

Таблица 47

Степени, корни, длины окружностей и площади кругов

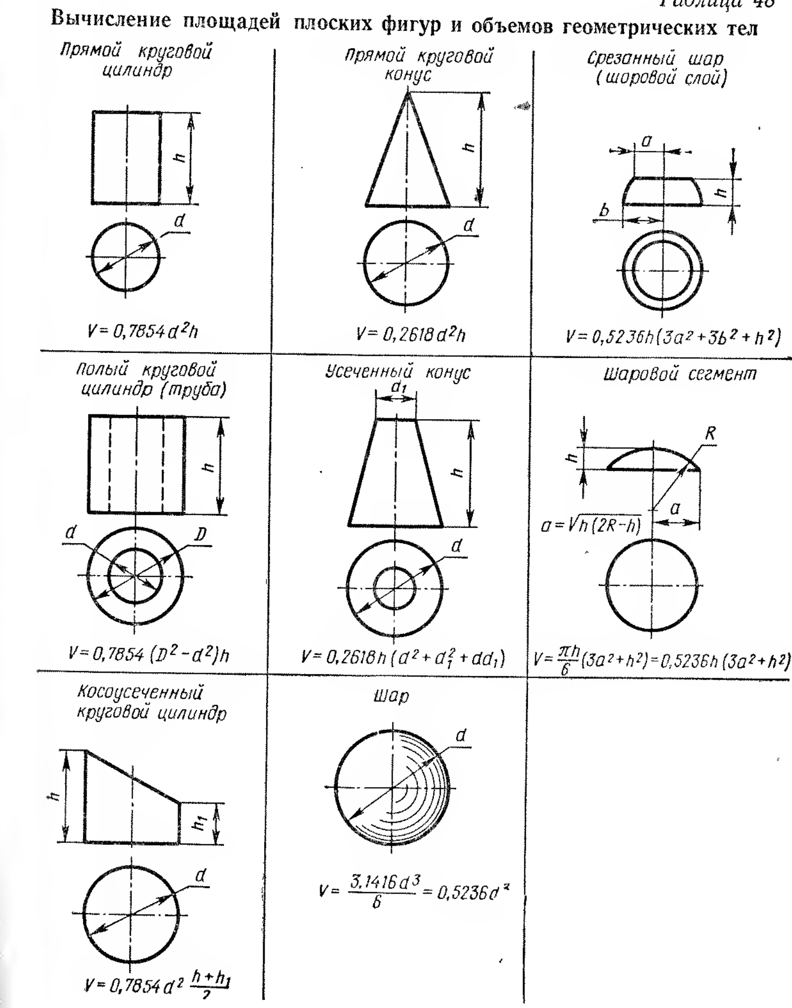
n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	πn	$\frac{\pi}{4} n^2$
1	1	1	1,0000	1,0000	3,142	0,7854
2	4	8	1,4142	1,2599	6,283	3,1416
3	9	27	1,7321	1,4422	9,425	7,0686
4	16	64	2,0000	1,5874	12,566	12,5664
5	25	125	2,2361	1,7100	15,708	19,6350
6	36	216	2,4495	1,8171	18,850	28,2743
7	49	343	2,6458	1,9129	21,991	38,4845
8	64	512	2,8284	2,0000	25,133	50,2655
9	81	729	3,0000	2,0801	28,274	63,6173
10	100	1 000	3,1623	2,1544	31,416	78,5398
11	121	1 331	3,3166	2,2240	34,558	95,0332
12	144	1 728	3,4641	2,2894	37,699	113,097
13	169	2 197	3,6056	2,3513	40,841	132,732
14	196	2 744	3,7417	2,4101	43,982	153,938
15	225	3 375	3,8730	2,4662	47,124	176,715
16	256	4 096	4,0000	2,5198	50,265	201,062
17	289	4 913	4,1231	2,5713	53,407	226,980
18	324	5 832	4,2426	2,6207	56,549	254,469
19	361	6 859	4,3589	2,6684	59,690	283,529
20	400	8 000	4,4721	2,7144	62,832	314,159
21	441	9 261	4,5826	2,7589	65,973	346,361
22	484	10 648	4,6904	2,8020	69,115	380,133
23	529	12 167	4,7958	2,8439	72,257	415,476
24	576	13 824	4,8990	2,8845	75,398	452,389
25	625	15 625	5,0000	2,9240	78,540	490,874
26	676	17 576	5,0990	2,9625	81,681	530,929
27	729	19 683	5,1962	3,0000	84,823	572,555
28	784	21 952	5,2915	3,0366	87,965	615,752
29	841	24 389	5,3852	3,0723	91,106	660,520
30	900	27 000	5,4772	3,1072	94,248	706,858
31	961	29 791	5,5678	3,1414	97,389	754,768
32	1 024	32 768	5,6569	3,1748	100,531	804,248
33	1 089	35 937	5,7446	3,2075	103,673	855,299
34	1 156	39 304	5,8310	3,2396	106,814	907,920
35	1 225	42 875	5,9161	3,2711	109,956	962,113
36	1 296	46 656	6,0000	3,3019	113,097	1017,88
37	1 369	50 653	6,0828	3,3322	116,239	1075,21
38	1 444	54 872	6,1644	3,3620	119,381	1134,11
39	1 521	59 319	6,2450	3,3912	122,522	1194,59
40	1 600	64 000	6,3246	3,4200	125,664	1256,64
41	1 681	68 921	6,4031	3,4482	128,81	1320,25
42	1 764	74 088	6,4807	3,4760	131,95	1385,44
43	1 849	79 507	6,5574	3,5034	135,09	1452,20
44	1 936	85 184	6,6332	3,5303	138,23	1520,53
45	2 025	91 125	6,7082	3,5569	141,37	1590,43

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	πn	$\frac{\pi}{4} n^2$
46	2 116	97 336	6,7823	3,5830	144,51	1661,90
47	2 209	103 823	6,8557	3,6088	147,65	1734,94
48	2 304	110 592	6,9282	3,6342	150,80	1809,56
49	2 401	117 649	7,0000	3,6593	153,94	1885,74
50	2 500	125 000	7,0711	3,6840	157,08	1963,50
51	2 601	132 651	7,1414	3,7084	160,22	2042,82
52	2 704	140 608	7,2111	3,7325	163,36	2123,72
53	2 809	148 877	7,2801	3,7563	166,50	2206,18
54	2 916	157 464	7,3485	3,7798	169,65	2290,22
55	3 025	166 375	7,4162	3,8030	172,79	2375,83
56	3 136	175 616	7,4833	3,8259	175,93	2463,01
57	3 249	185 193	7,5498	3,8485	179,07	2551,76
58	3 361	195 112	7,6158	3,8709	182,21	2642,08
59	3 481	205 379	7,6811	3,8930	185,35	2733,97
60	3 600	216 000	7,7460	3,9149	188,50	2827,43
61	3 721	226 981	7,8102	3,9365	191,64	2922,47
62	3 844	238 328	7,8740	3,9579	194,78	3019,07
63	3 969	250 047	7,9373	3,9791	197,92	3117,25
64	4 096	262 144	8,0000	4,0000	201,06	3216,99
65	4 225	274 625	8,0623	4,0207	204,20	3318,31
66	4 356	287 496	8,1240	4,0412	207,35	3421,19
67	4 489	300 763	8,1854	4,0615	210,49	3525,65
68	4 624	314 432	8,2462	4,0817	213,63	3631,68
69	4 761	328 509	8,3066	4,1016	216,77	3739,28
70	4 900	343 000	8,3666	4,1213	219,91	3848,45
71	5 041	357 911	8,4261	4,1408	223,05	3959,19
72	5 184	373 248	8,4853	4,1602	226,19	4071,50
73	5 329	389 017	8,5440	4,1793	229,34	4185,39
74	5 476	405 224	8,6023	4,1983	232,48	4300,84
75	5 625	421 875	8,6603	4,2172	235,62	4417,86
76	5 776	438 976	8,7178	4,2358	238,76	4536,46
77	5 929	456 533	8,7750	4,2543	241,90	4656,63
78	6 084	474 552	8,8318	4,2727	245,04	4778,36
79	6 241	493 039	8,8882	4,2908	248,19	4901,67
80	6 400	512 000	8,9443	4,3089	251,33	5026,55
81	6 561	531 441	9,0000	4,3267	254,47	5153,00
82	6 724	551 368	9,0554	4,3445	257,61	5281,02
83	6 889	571 787	9,1104	4,3621	260,75	5410,61
84	7 056	592 704	9,1652	4,3795	263,89	5541,77
85	7 225	614 125	9,2195	4,3968	267,04	5674,50
86	7 396	636 056	9,2736	4,4140	270,18	5808,80
87	7 569	658 503	9,3274	4,4310	273,32	5944,68
88	7 744	681 472	9,3808	4,4480	276,46	6082,12
89	7 921	704 969	9,4340	4,4647	279,60	6221,14
90	8 100	729 000	9,4868	4,4814	282,74	6361,73
91	8 281	753 571	9,5394	4,4979	285,88	6503,88
92	8 464	778 688	9,5917	4,5144	289,03	6647,61
93	8 649	804 357	9,6437	4,5307	292,17	6792,91
94	8 836	830 584	9,6954	4,5468	295,31	6939,78
95	9 025	857 375	9,7468	4,5629	298,45	7088,22

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	πn	$\frac{\pi}{4} n^2$
96	9 216	884 736	9,7980	4,5789	301,59	7238,23
97	9 409	912 673	9,8489	4,5947	304,73	7389,81
98	9 604	941 192	9,8995	4,6104	307,88	7542,96
99	9 801	970 299	9,9499	4,6261	311,02	7697,69
100	10 000	1 000 000	10,0000	4,6416	314,16	7853,98

Таблица 48

Вычисление площадей плоских фигур и объемов геометрических тел



Продолжение табл. 48

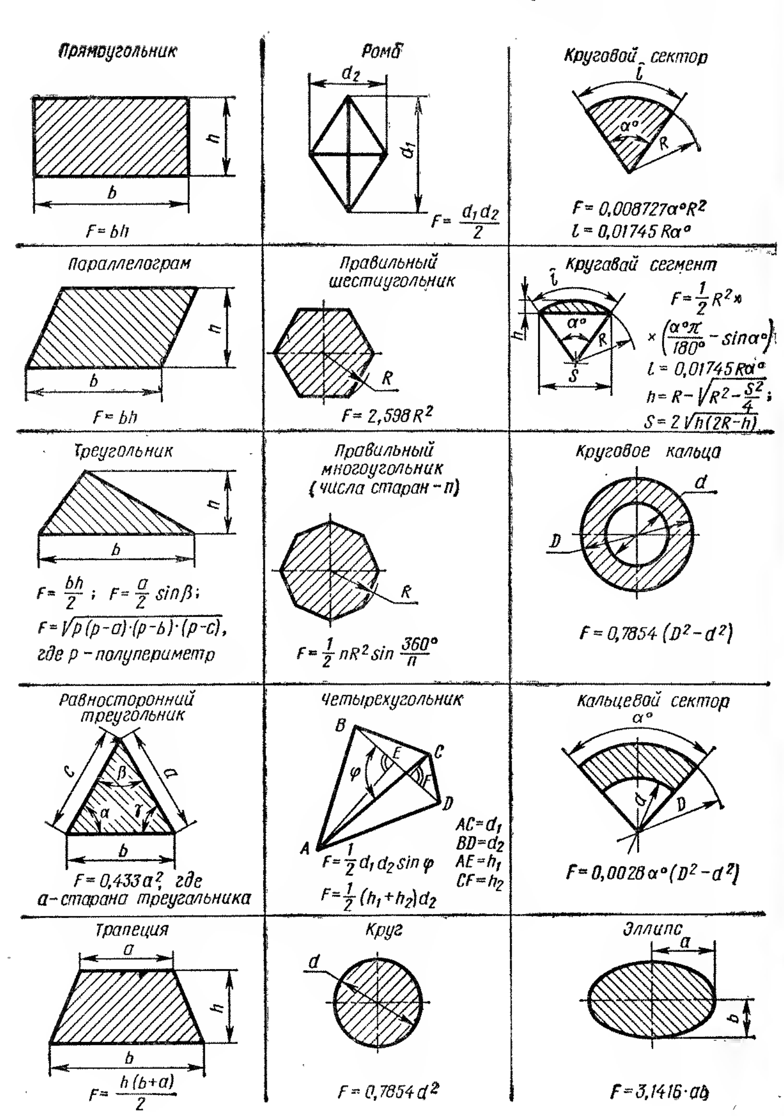


Таблица 49

Нормальные линейные размеры
(выдержки из ГОСТа 6636—69)

R_a5	R_a10	R_a20	R_a40	R_a5	R_a10	R_a20	R_a40
0,100	0,100	0,100	0,100	0,630	0,630	0,630	0,630
			0,105				0,670
		0,110	0,110			0,710	0,710
			0,115				0,750
	0,120	0,120	0,120		0,800	0,800	0,800
			0,130				0,850
		0,140	0,140			0,900	0,900
			0,150				0,950
0,160	0,160	0,160	0,160	1,0	1,0	1,0	1,0
			0,170				1,05
		0,180	0,180			1,1	1,1
			0,190				1,15
	0,200	0,200	0,200		1,2	1,2	1,2
			0,210				1,3
		0,220	0,220			1,4	1,4
			0,240				1,5
0,250	0,250	0,250	0,250	1,6	1,6	1,6	1,6
			0,260				1,7
		0,280	0,280			1,8	1,8
			0,300				1,9
	0,320	0,320	0,320		2,0	2,0	2,0
			0,340				2,1
		0,360	0,360			2,2	2,2
			0,380				2,4
0,400	0,400	0,400	0,400	2,5	2,5	2,5	2,5
			0,420				2,6
		0,450	0,450			2,8	2,8
			0,480				3,0
	0,500	0,500	0,500		3,2	3,2	3,2
			0,530				3,4
		0,560	0,560			3,6	3,6
			0,600				3,8

16 Заказ 1011

R_a5	R_a10	R_a20	R_a40	R_a5	R_a10	R_a20	R_a40
4,0	4,0	4,0	4,0 4,2	25	25	25	25 26
		4,5	4,5 4,8			28	28 30
	5,0	5,0	5,0 5,3		32	32	32 34
		5,6	5,6 6,0			36	36 38
6,3	6,3	6,3	6,3 6,7	40	40	40	40 42
		7,1	7,1 7,5			45	45 48
	8,0	8,0	8,0 8,5		50	50	50 53
		9,0	9,0 9,5			56	56 60
10	10	10	10 10,5	63	63	63	63 67
		11	11 11,5			71	71 75
	12	12	12 13		80	80	80 85
		14	14 15			90	90 95
16	16	16	16 17	100	100	100	100 105
		18	18 19			110	110 120
	20	20	20 21		125	125	125 130
		22	22 24			140	140 150

R_a5	R_a10	R_a20	R_a40	R_a5	R_a10	R_a20	R_a40
160	160	160	160 170	400	500	500	500 530
		180	180 190			560	560 600
	200	200	200 210	630	630	630	630 670
		220	220 240			710	710 750
250	250	250	250 260		800	800	800 850
		280	280 300			900	900 950
	320	320	320 340	1000	1000	1000	1000 1060
		360	360 380			1120	1120 1180
400	400	400	400 420		1250	1250	1250 1320
		450	450 480			1400	1400 1500

Примечание. При выборе размеров предпочтение следует отдавать рядам с более крупной градацией (ряд R_a5 следует предпочитать ряду R_a10; ряд R_a10 — ряду R_a20; ряд R_a20 — ряду R_a40).

Таблица 50

Нормальные углы (по ГОСТу 8908—58)

1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд
0°	0°	0° 0° 15′	0°	2°	2° 2° 30′	5°	8°	8° 9°
	0° 30′	0° 30′ 0° 45′		3°	3° 4°		10°	10° 12°
	1°	1° 1° 30′	5°	5°	5° 6° 7°	15°	15° 20°	15° 18° 20° 22° 25°

Продолжение табл. 50

1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд
30°	30°	30° 35° 40°	60°	60°	60° 65° 70°	90°	90°	90° 100° 110°
45°	45°	45° 50° 55°	60°	75°	75° 80° 85°	120°	120°	120° 135° 150° 180° 270° 360°

Примечание. При выборе углов первый ряд следует предпочитать второму, а второй — третьему.

Таблица 51

Резьба метрическая для диаметров 1—600 мм
(по ГОСТу 8724—58). Диаметры и шаги
Размеры в мм

Диаметр d			Шаг S	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	Крупный	Мелкий
1			0,25	0,2
	1,1		0,25	0,2
1,2			0,25	0,2
	1,4		0,3	0,2
1,6			0,35	0,2
	1,8		0,35	0,2
2			0,4	0,25
	2,2		0,45	0,25
2,5			0,45	0,35
3			0,5	0,35
	3,5		(0,6)	0,35

Продолжение табл. 51

Диаметр d			Шаг S	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	Крупный	Мелкий
4			0,7	0,5
	4,5		(0,75)	0,5
5			0,8	0,5
		(5,5)		0,5
6			1	0,75; 0,5
		7	1	0,75; 0,5
8			1,25	1; 0,75; 0,5
		9	(1,25)	1; 0,75; 0,5
10			1,5	1,25; 1; 0,75; 0,5
		11	(1,5)	1; 0,75; 0,5
12			1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
	14		2	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
		15		1,5; (1)
16			2	1,5; 1; 0,75; 0,5
		17		1,5; (1)
	18			1,5; 1; 0,75; 0,5
20			2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
	22		2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
24			2,5	2; 1,5; 1; 0,75

Диаметр *d*			Шаг *S*	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	Крупный	Мелкий
		25		2; 1,5; (1)
		(26)		2; 1,5
	27		3	2; 1,5; 1; 0,75
		(28)		2; 1,5; 1
30			3,5	(3); 2; 1,5; 1; 0,75
		(32)		2; 1,5
	33		3,5	(3); 2; 1,5;
		35		1,5; 1; 0,75
36			4	3; 2; 1,5; 1
		(38)		1,5
	39		4	3; 2; 1,5; 1
		40		(3); (2); 1,5
42			4,5	(4); 3; 2; 1,5; 1
	45		4,5	(4); 3; 2; 1,5; 1
48			5	(4); 3; 2; 1,5; 1
		50		(3); (2); 1,5
	52		5	(4); 3; 2; 1,5; 1
		55		(4); (3); 2; 1,5
56			5,5	4; 3; 2; 1,5; 1
		58		(4); (3); 2; 1,5
	60		(5,5)	4; 3; 2; 1,5; 1

Диаметр *d*			Шаг *S*	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	Крупный	Мелкий
		62		(4); (3); 2; 1,5
64			6	4; 3; 2; 1,5; 1
		65		(4); (3); 2; 1,5
	68		6	4; 3; 2; 1,5; 1
		70		(6); (4); (3); 2; 1,5
72				6; 4; 3; 2; 1,5; 1
		75		(4); (3); 2; 1,5
	76			6; 4; 3; 2; 1,5; 1
		(78)		2
80				6; 4; 3; 2; 1,5; 1
		(82)		2
	85			6; 4; 3; 2; 1,5
90				6; 4; 3; 2; 1,5
	95			6; 4; 3; 2; 1,5
100				6; 4; 3; 2; 1,5
	105			6; 4; 3; 2; 1,5
110				6; 4; 3; 2; 1,5
	115			6; 4; 3; 2; 1,5
	120			6; 4; 3; 2; 1,5
125				6; 4; 3; 2; 1,5
	130			6; 4; 3; 2; 1,5
		135		6; 4; 3; 2; 1,5

Продолжение табл. 51

Диаметр *d*			Шаг *S*	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	Крупный	Мелкий
140				6; 4; 3; 2; 1,5
		145		6; 4; 3; 2; 1,5
	150			6; 4; 3; 2; 1,5
		155		6; 4; 3; 2
160		165		6; 4; 3; 2
	170			6; 4; 3; 2
		175		6; 4; 3; 2
180				6; 4; 3; 2
		185		6; 4; 3; 2
	190			6; 4; 3; 2
		195		6; 4; 3; 2
200				6; 4; 3
		205		6; 4; 3
	210			6; 4; 3
		215		6; 4; 3
220				6; 4; 3
		225		6; 4; 3
		230		6; 4; 3
		235		6; 4; 3
	240			6; 4; 3
		245		6; 4; 3
250				6; 4; 3

Диаметр *d*			Шаг *S*	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	Крупный	Мелкий
		255		6; 4; 3
	260			6; 4; 3
		265		6; 4; 3
		270		6; 4; 3
		275		6; 4; 3
280				6; 4; 3
		285		6; 4; 3
		290		6; 4; 3
		295		6; 4; 3
	300			6; 4; 3
		310		6; 4
320				6; 4
		330		6; 4
	340			6; 4
		350		6; 4
360				6; 4
		370		6; 4
	380			6; 4
		390		6; 4
400				6; 4
		410		6
	420			6

Продолжение табл. 51

Диаметр *d*			Шаг *S*	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	Крупный	Мелкий
		430		6
		440		6
450				6
		460		6
		470		6
	480			6
		490		6
500				6
		510		6
	520			6
		530		6
		540		6
550				6
		560		6
		570		6
	580			6
		590		6
600				6

Примечания: 1. Диаметры и шаги резьб, заключенные в скобки, по возможности не применять.

2. При выборе диаметров резьб следует предпочитать первый ряд второму, а второй — третьему.

3. Резьбы с крупным шагом должны обозначаться буквой «М» и диаметром, например, М24, М64 и т. д.

Резьбы с мелкими шагами должны обозначаться буквой «М», диаметром и шагом через знак умножения, например, М24×2, М6×2 и т. д.

Таблица 52

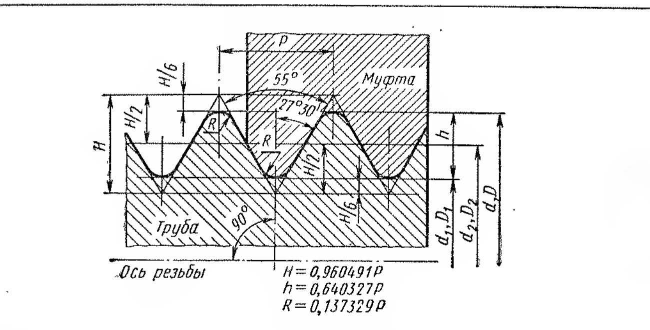
Резьба метрическая с крупным шагом (по ГОСТу 9150—59)

Основные размеры (в мм)

Диаметр резьбы: наружный *d*	средний d_2	внутренний d_1	Шаг резьбы *S*	Высота профиля *h*	Диаметр резьбы: наружный *d*	средний d_2	внутренний d_1	Шаг резьбы *S*	Высота профиля *h*
1	0,838	0,730	0,25	0,135	12	10,863	10,106	1,75	0,947
1,1	0,938	0,830	0,25	0,135	14	12,701	11,835	2	1,082
1,2	1,038	0,930	0,25	0,135	16	14,701	13,835	2	1,082
1,4	1,205	1,075	0,30	0,162	18	16,376	15,294	2,5	1,353
1,6	1,373	1,221	0,35	0,189	20	18,376	17,294	2,5	1,353
1,8	1,573	1,421	0,35	0,189	22	20,376	19,294	2,5	1,353
2	1,740	1,567	0,40	0,216	24	22,051	20,752	3	1,624
2,2	1,908	1,713	0,45	0,243	27	25,051	23,752	3	1,624
2,5	2,208	2,013	0,45	0,243	30	27,727	26,211	3,5	1,894
3	2,675	2,459	0,50	0,270	33	30,727	29,211	3,5	1,894
3,5	3,110	2,850	0,60	0,325	36	33,402	31,670	4	2,165
4	3,546	3,242	0,70	0,379	39	36,402	34,670	4	2,165
4,5	4,013	3,688	0,75	0,406	42	39,077	37,129	4,5	2,435
5	4,480	4,134	0,80	0,433	45	42,077	40,129	4,5	2,435
6	5,350	4,918	1	0,541	48	44,752	42,587	5	2,706
7	6,350	5,918	1	0,541	52	48,752	46,587	5	2,706
8	7,188	6,647	1,25	0,676	56	52,428	50,046	5,5	2,977
9	8,188	7,647	1,25	0,676	60	56,428	54,046	5,5	2,977
10	9,026	8,376	1,5	0,812	64	60,103	57,505	6	3,247
11	10,026	9,376	1,5	0,812	68	64,103	61,505	6	3,247

Таблица 53

Резьба трубная цилиндрическая (по ГОСТу 6357—73)



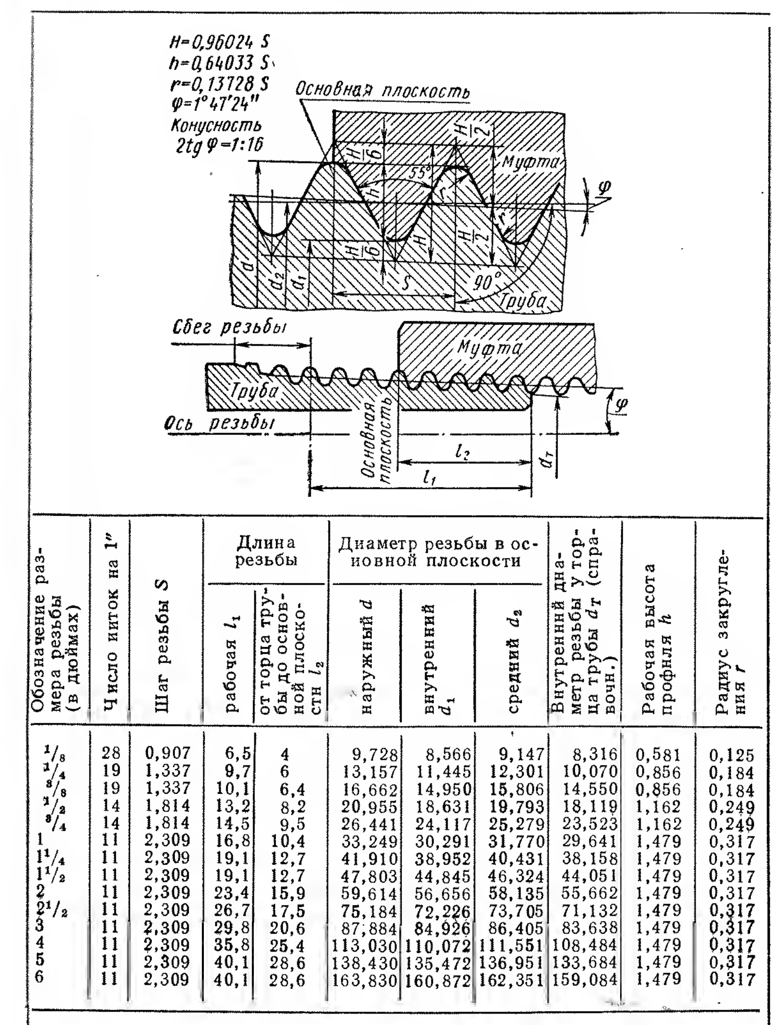
Номинальный размер резьбы в дюймах: 1-й ряд	Номинальный размер резьбы в дюймах: 2-й ряд	Число ниток 1"	Размеры в мм: Шаг p	Диаметр резьбы: наружный $d = D$	Диаметр резьбы: средний $d_2 = D_2$	Диаметр резьбы: внутренний $d_1 = D_1$	Рабочая высота профиля h	Радиус закругления R
$^1/_8$	—	28	0,907	9,728	9,147	8,566	0,581	0,125
$^1/_4$	—	19	1,337	13,157	12,301	11,445	0,856	0,184
$^3/_8$	—			16,662	15,806	14,950		
$^1/_2$	—	14	1,814	20,955	19,793	18,631	1,162	0,249
—	$^5/_8$			22,911	21,749	20,587		
$^3/_4$	—			26,441	25,279	24,117		
—	$^7/_8$			30,201	29,039	27,877		
1	—	11	2,309	33,249	31,770	30,291	1,479	0,317
—	$1^1/_8$			37,897	36,418	34,939		
$1^1/_4$	—			41,910	40,431	38,952		
—	$1^3/_8$			44,323	42,844	41,365		
$1^1/_2$	—			47,803	46,324	44,845		
—	$1^3/_4$			53,746	52,267	50,788		
2	—			59,614	58,135	56,656		
—	$2^1/_4$			65,710	64,231	62,752		
$2^1/_2$	—			75,184	73,705	72,226		
—	$2^3/_4$			81,534	80,055	78,576		
3	—			87,884	80,405	84,926		
—	$3^1/_4$			93,980	92,501	91,022		
$3^1/_2$	—			100,330	98,851	97,372		
—	$3^3/_4$			106,680	105,201	103,722		
4	—			113,030	111,551	110,072		
—	$4^1/_2$			125,730	124,251	122,772		
5	—			138,430	136,951	135,472		
—	$5^1/_2$			151,130	149,651	148,172		
6	—			163,830	162,351	160,872		

Примечания: 1. При выборе размеров резьб первый ряд следует предпочитать второму.

2. Для трубной цилиндрической резьбы устанавливаются два класса точности — А и В. Резьба должна обозначаться буквами «*Труб*», номинальным размером и классом точности, например: «*Труб. 2» кл. А.*

Таблица 54

Резьба трубная коническая с углом профиля 55°
(по ГОСТу 6211—69)
Размеры в мм

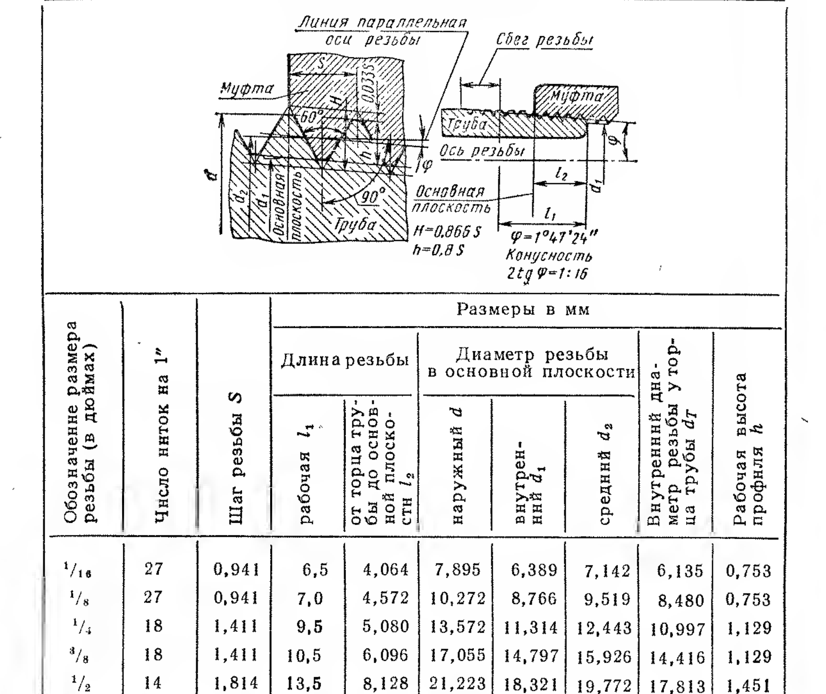


Обозначение размера резьбы (в дюймах)	Число ниток на 1"	Шаг резьбы S	Длина резьбы: рабочая l_1	Длина резьбы: от торца трубы до основной плоскости l_2	Диаметр резьбы в основной плоскости: наружный d	Диаметр резьбы в основной плоскости: внутренний d_1	Диаметр резьбы в основной плоскости: средний d_2	Внутренний диаметр резьбы у торца трубы d_T (справочн.)	Рабочая высота профиля h	Радиус закругления r
$^1/_8$	28	0,907	6,5	4	9,728	8,566	9,147	8,316	0,581	0,125
$^1/_4$	19	1,337	9,7	6	13,157	11,445	12,301	10,070	0,856	0,184
$^3/_8$	19	1,337	10,1	6,4	16,662	14,950	15,806	14,550	0,856	0,184
$^1/_2$	14	1,814	13,2	8,2	20,955	18,631	19,793	18,119	1,162	0,249
$^3/_4$	14	1,814	14,5	9,5	26,441	24,117	25,279	23,523	1,162	0,249
1	11	2,309	16,8	10,4	33,249	30,291	31,770	29,641	1,479	0,317
$1^1/_4$	11	2,309	19,1	12,7	41,910	38,952	40,431	38,158	1,479	0,317
$1^1/_2$	11	2,309	19,1	12,7	47,803	44,845	46,324	44,051	1,479	0,317
2	11	2,309	23,4	15,9	59,614	56,656	58,135	55,662	1,479	0,317
$2^1/_2$	11	2,309	26,7	17,5	75,184	72,226	73,705	71,132	1,479	0,317
3	11	2,309	29,8	20,6	87,884	84,926	86,405	83,638	1,479	0,317
4	11	2,309	35,8	25,4	113,030	110,072	111,551	108,484	1,479	0,317
5	11	2,309	40,1	28,6	138,430	135,472	136,951	133,684	1,479	0,317
6	11	2,309	40,1	28,6	163,830	160,872	162,351	159,084	1,479	0,317

Примеры условных обозначений: конической трубной резьбы $^3/_4$" — *К труб $^3/_4$" ГОСТ 6211—69*; укороченной конической трубной резьбы $^3/_4$" — *К труб $^3/_4$" укор. ГОСТ 6211—69*; укороченной конической резьбы повышенной точности $^3/_4$" — *К труб $^3/_4$" пов. точн. ГОСТ 6211—69.*

Таблица 55

Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60°
(по ГОСТу 6111—52)



Обозначение размера резьбы (в дюймах)	Число ниток на 1"	Шаг резьбы S	Размеры в мм						
			Длина резьбы		Диаметр резьбы в основной плоскости			Внутренний диаметр резьбы у торца трубы d_T	Рабочая высота профиля h
			рабочая l_1	от торца трубы до основной плоскости l_2	наружный d	внутренний d_1	средний d_2		
1/16	27	0,941	6,5	4,064	7,895	6,389	7,142	6,135	0,753
1/8	27	0,941	7,0	4,572	10,272	8,766	9,519	8,480	0,753
1/4	18	1,411	9,5	5,080	13,572	11,314	12,443	10,997	1,129
3/8	18	1,411	10,5	6,096	17,055	14,797	15,926	14,416	1,129
1/2	14	1,814	13,5	8,128	21,223	18,321	19,772	17,813	1,451
3/4	14	1,814	14,0	8,611	26,568	23,666	25,117	23,128	1,451
1	11 1/2	2,209	17,5	10,160	33,228	29,694	31,461	29,059	1,767
1 1/4	11 1/2	2,209	18,0	10,668	41,985	38,451	40,218	37,784	1,767
1 1/2	11 1/2	2,209	18,5	10,668	48,054	44,520	40,287	46,853	1,767
2	11 1/2	2,209	19,0	11,074	60,092	56,558	58,325	55,866	1,767

Примечания: 1. При свинчивании без натяга трубы и муфты с номинальными размерами резьбы основная плоскость резьбы трубы совпадает с торцом муфты.

2. Размер d_T — справочный.

3. Вместо резьбы 1/16" допускается применять резьбу M6×1 коническую по ГОСТу 1303—56.

4. Число витков с полным профилем в резьбовом сопряжении настоящим стандартом не устанавливается, но оно во всяком случае не должно быть меньше двух.

5. В отдельных случаях при наличии достаточного обоснования допускается уменьшать размер l_2 (расстояние от основной плоскости до торца трубы).

6. Шаг резьбы измеряется параллельно оси резьбы.

7. Биссектриса угла профиля перпендикулярна к оси резьбы.

Условное обозначение конической резьбы 3/4"—K3/4" ГОСТ 6111—52.

Таблица 56

Резьба трапецеидальная одноходовая для диаметров от 10 до 640 мм (по ГОСТу 9484—60)*
Диаметры и шаги. Размеры в мм

Диаметр d			Шаг S			Диаметр d			Шаг S		
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд				1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд			
10				3	2		110		20	12	5
12				3	2	120			24	16	6
	14			3	2			130	24	16	6
16				4	2		140		24	16	6
	18			4	2			150	24	16	6
20				4	2	160			24	16	8
	22		8	5	2			170	24	16	8
		24	8	5	2		180		32	20	8
26			8	5	2			190	32	20	8
	28		8	5	2	200			32	20	10
		30	10	6	3			210	32	20	10
32			10	6	3		220		32	20	10
		34	10	6	3			240	40	24	12
	36		10	6	3	250			40	24	12
		38	10	6	3			260	40	24	12
40			10	6	3		280		40	24	12
		42	10	6	3			300	40	24	12
	44		12	8	3	320			48		12
		46	12	8	3			340	48		12
		48	12	8	3		360		48		12
50			12	8	3			380	48		12
		52	12	8	3	400			48		12
	55		12	8	3			420			16
60			12	8	3		440				16
		(62)	16	10	4			460			16
		65	16	10	4			480			16
	70		16	10	4	500					16
		75	16	10	4			520			20
		(78)	16	10	4			540			20
80			16	10	4		560				20
		85	20	12	5			580			20
	90		20	12	2	600					24
		95	20	12	5		620				24
100			20	12	5			640			24

Примечание. При выборе диаметров резьб следует предпочитать первый ряд второму, а второй — третьему.

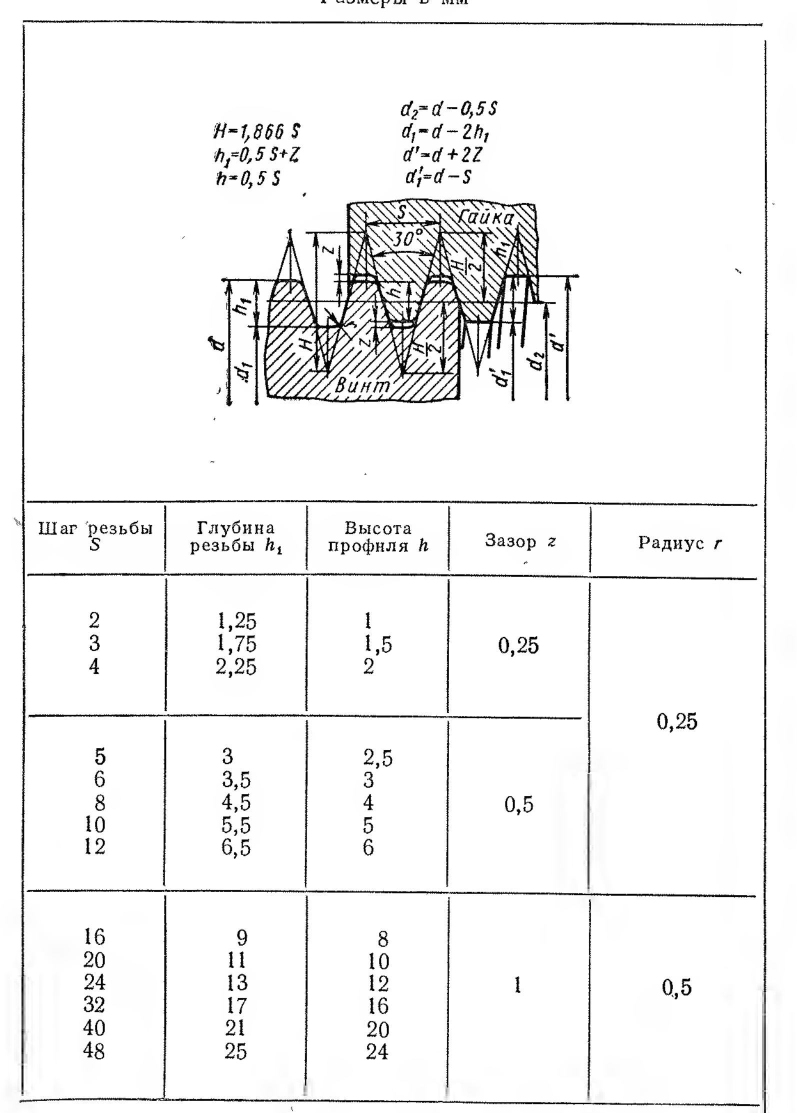
* С 1/I — 1975 г. вводится в действие ГОСТ 9484—73.

Таблица 57

Резьба трапецеидальная одноходовая для диаметров от 10 до 640 мм (по ГОСТу 9484—60)

Профиль и основные размеры

Размеры в мм



Шаг резьбы S	Глубина резьбы h_1	Высота профиля h	Зазор z	Радиус r
2 3 4	1,25 1,75 2,25	1 1,5 2	0,25	0,25
5 6 8 10 12	3 3,5 4,5 5,5 6,5	2,5 3 4 5 6	0,5	
16 20 24 32 40 48	9 11 13 17 21 25	8 10 12 16 20 24	1	0,5

Таблица 58

Резьба упорная для диаметров от 10 до 600 мм
(по ГОСТу 10177—62) Диаметры и шаги

Размеры в мм

Диаметр d			Шаг S			Диаметр d			Шаг S		
1-й	2-й	3-й				1-й	2-й	3-й			
10					2			95	20	12	5
12					2	100			20	12	5
	14				2		110		20	12	5
16					2	120			24	16	6
	18				2			130	24	16	6
20					2		140		24	16	6
	22		8	5	2			150	24	16	6
		24	8	5	2	160			24	16	8
26			8	5	2			170	24	16	8
	28		8	5	2		180		32	20	8
		30	10	6	3			190	32	20	8
32			10	6	3	200			32	20	10
		34	10	6	3			210	32	20	10
	36		10	6	3		220		32	20	10
		38	10	6	3	250			40	24	12
40			10	6	3		280		40	24	12
		42	10	6	3			300	40	24	12
	44		12	8	3	320			48		12
		46	12	8	3		360		48		12
		48	12	8	3			380	48		12
50			12	8	3	400			48		12
		52	12	8	3			420			16
	55		12	8	3		450				16
60			12	8	3			480			16
		65	16	10	4	500					16
		75	16	10	4			520			20
80			16	10	4		560				20
		85	20	12	5			580			20
	90		20	12	5	600					24

П р и м е ч а н и е. При выборе диаметров следует предпочитать первый ряд второму, а второй — третьему.

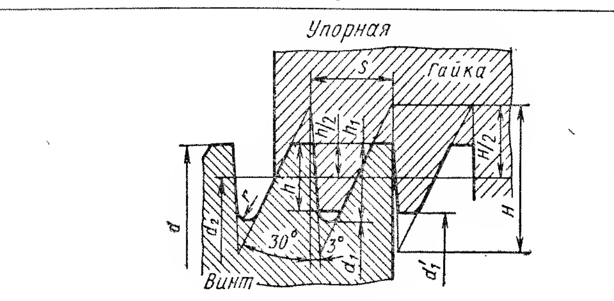
Таблица 59

Резьба упорная для диаметров от 10 до 600 мм

(по ГОСТу 10177—62)

Профиль и основные размеры

Размеры в мм



Шаг резьбы S	Глубина резьбы h_1	Рабочая высота профиля h	Радиус r
2	1,736	1,5	0,249
3	2,603	2,25	0,373
4	3,471	3	0,497
5	4,339	3,75	0,621
6	5,207	4,5	0,746
8	6,942	6	0,994
10	8,678	7,5	1,243
12	10,415	9	1,491
16	13,884	12	1,988
20	17,355	15	2,485
24	20,826	18	2,982
32	27,769	24	3,977
40	34,711	30	4,971
48	41,653	36	5,965

П р и м е ч а н и е. Упорную резьбу обозначают буквами «Уп», диаметром и шагом, например: *Уп 80×16*.

Таблица 60

Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски по ГОСТу 10549—63

Метрическая резьба (наружная)

Размеры в мм

Шаг резьбы	Сбег l_1 max при угле заборной части инструмента 20°	30°	45°	Недорез l_2 max нормальный	уменьшенный	Проточка d_3	Тип I нормальная b	r	r_1	Тип I узкая b	r	r_1	Тип II b	r	Фаска c при сопряжении с внутренней резьбой с проточкой типа II	для всех других случаев	Радиус сферы R
0,2	0,4	0,3	0,2	0,5	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	
0,25	0,5	0,3	0,2	0,6	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	
0,3	0,5	0,4	0,2	0,7	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	
0,35	0,6	0,4	0,3	0,8	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	
0,4	0,7	0,5	0,3	1,0	0,8	d—0,6	1,0	0,3	0,2	—	—	—	—	—	—	0,3	

Продолжение табл. 60

Шаг резьбы	Сбег l_1 max при угле заборной части инструмента 20°	30°	45°	Недорез l_2 max нормальный	уменьшенный	d_3	Проточка Тип I нормальная b	r	r_1	узкая b	r	r_1	Тип II b	r	Фаска c при сопряжении с внутренней резьбой с проточкой типа II	для всех других случаев	Радиус сферы R
0,45	**0,8**	0,5	0,3	1,0	0,8	d—0,7	1,0	0,3	0,2	—	—	—	—	—	—	0,3	Радиус сферы равен номинальному диаметру резьбы d
0,5	1,0	0,6	0,4	1,6	1,0	d—0,8	1,6	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	—	—	—	0,5	
0,6	1,2	0,7	0,4	1,6	1,0	d—0,9	1,6	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	—	—	—	0,5	
0,7	1,3	0,8	0,5	2,0	1,6	d—1,0	2,0	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	—	—	—	0,5	
0,75	1,5	0,8	0,5	2,0	1,6	d—1,2	2,0	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	—	—	—	1,0	
0,8	1,5	0,9	0,6	3,0	1,6	d—1,2	3,0	1,0	0,5	1,6	0,5	0,3	—	—	—	1,0	
1	1,8	1,2	0,7	3,0	2,0	d—1,5	3,0	1,0	0,5	2,0	0,5	0,3	3,6	2,0	2,0	1,0	
1,25	2,2	1,5	0,9	4,0	2,5	d—1,8	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	4,4	2,5	2,5	1,6	
1,5	2,8	1,6	1,0	4,0	2,5	d—2,2	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	4,6	2,5	3,0	1,6	
1,75	3,2	2,0	1,2	4,0	2,5	d—2,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	5,4	3,0	3,5	1,6	
2	3,5	2,2	1,4	5,0	3,0	d—3,0	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	5,6	3,0	3,5	2	
2,5	4,5	3,0	1,6	6,0	4,0	d—3,5	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	7,3	4,0	5,0	2,5	
3	5,2	3,5	2,0	6,0	4,0	d—4,5	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	7,6	4,0	6,5	2,5	
3,5	6,3	4,0	2,2	8,0	5,0	d—5,0	8,0	2,0	1,0	5,0	1,6	0,5	10,2	5,5	7,5	2,5	
4	7,1	4,5	2,5	8,0	5,0	d—6,0	8,0	2,0	1,0	5,0	1,6	0,5	10,3	5,5	8,0	3,0	
4,5	8,0	5,0	3,0	10,0	6,0	d—6,5	10,0	3,0	1,0	6,0	1,6	1,0	12,9	7,0	9,5	3,0	
5	9,0	5,5	3,2	10,0	6,0	d—7,0	10,0	3,0	1,0	6,0	1,6	1,0	13,1	7,0	10,5	4,0	
5,5	10,0	6,0	3,5	12,0	8,0	d—8,0	12,0	3,0	1,0	8,0	2,0	1,0	15,0	8,0	10,5	4,0	
6	11,0	6,0	4,0	12,0	8,0	d—9,0	12,0	3,0	1,0	8,0	2,0	1,0	16,0	8,5	10,5	4,0	

П р и м е ч а н и е. Недорез равен величине сбега плюс величина недовода. Под недоводом резьбы понимается величина ненарезанной части детали между концом сбега и опорной поверхностью детали.

Таблица 61

Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски (по ГОСТу 10549—63)

Метрическая резьба (внутренняя)

Размеры в мм

Шаг резьбы	Сбег l_3 max нормальный	уменьшенный	Недорез l_4 max нормальный	уменьшенный	d_4	Проточка Тип I нормальная b_1	r	r_1	узкая b_1	r	r_1	Тип II b_1	r	Фаска c_1 при сопряжении с наружной резьбой с проточкой типа II	для всех других случаев
0,2	0,5	0,3	1,2	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
0,25	0,6	0,4	1,5	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
0,3	0,7	0,5	1,5	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
0,35	0,8	0,5	2,0	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3

Продолжение табл. 61

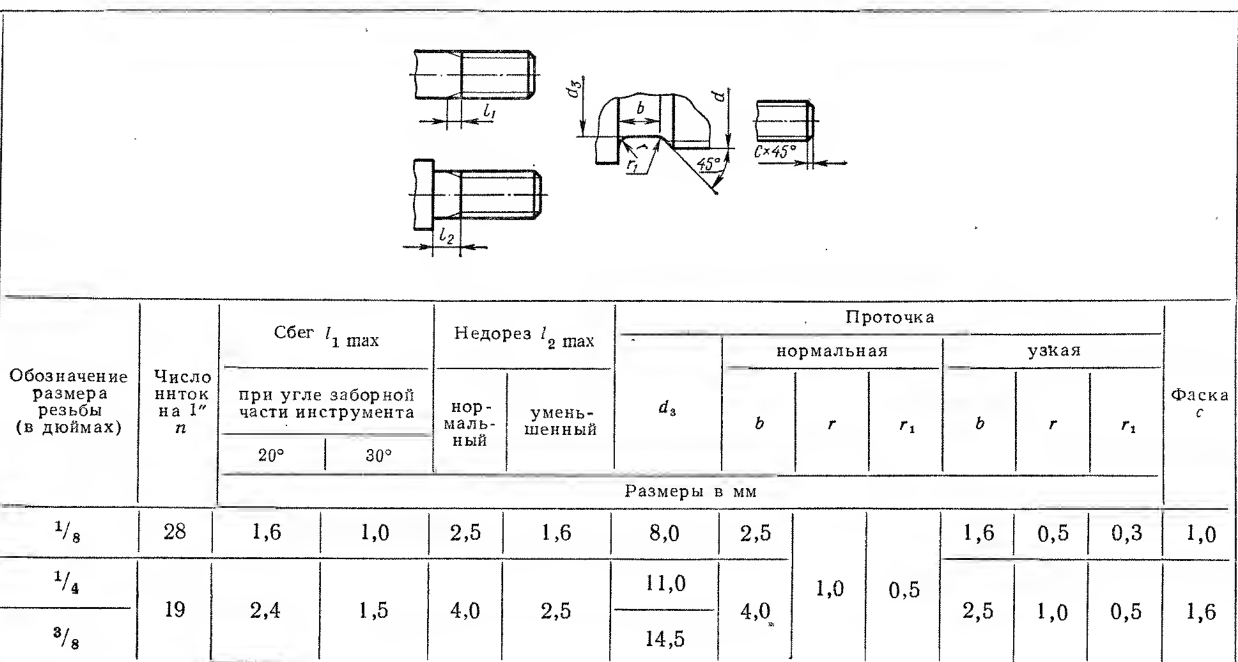
Шаг резьбы	Сбег l_3 max нормальный	Сбег l_3 max уменьшенный	Недорез l_4 max нормальный	Недорез l_4 max уменьшенный	Проточка d_4	Проточка Тип I нормальная b_1	Проточка Тип I нормальная r	Проточка Тип I нормальная r_1	Проточка Тип I узкая b_1	Проточка Тип I узкая r	Проточка Тип I узкая r_1	Проточка Тип II b_1	Проточка Тип II r	Фаска c_1 при сопряжении с наружной резьбой с проточкой типа II	Фаска c_1 для всех других случаев
0,4	0,9	0,6	2,0	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3
0,45	1,1	0,7	2,0	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3
0,5	1,2	0,8	3,5	3,0	$d+0,3$	2,0	0,5	0,3	1,0 *	0,3	0,2	—	—	—	0,5
0,6	1,5	1,0	3,5	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5
0,7	1,8	1,2	3,5	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5
0,75	1,9	1,3	4,0	3,2	$d+0,4$	3,0 *	1,0	0,5	1,6 *	0,5	0,3	—	—	—	1,0
0,8	2,1	1,4	4,0	3,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0
1	2,7	1,8	5,0	3,8	$d+0,5$	4,0	1,0	0,5	2,0	0,5	0,3	3,6	2,0	2,0	1,0
1,25	3,3	2,2	5,0	3,8	$d+0,5$	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	4,5	2,5	2,5	1,6
1,5	4,0	2,7	6,0	4,5	$d+0,7$	6,0	1,6	1,0	3,0	1,0	0,5	5,4	3,0	2,5	1,6
1,75	4,7	3,2	7,0	5,2	$d+0,7$	7,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	6,2	3,5	3,0	1,6
2	5,5	3,7	8,0	6,0	$d+1,0$	8,0	2,0	1,0	4,0	1,0	0,5	6,5	3,5	3,0	2,0
2,5	7,0	4,7	10,0	7,5	$d+1,0$	10,0	3,0	1,0	5,0	1,6	0,5	8,9	5,0	4,0	2,5
3	—	5,7	—	9,0	$d+1,2$	10,0	3,0	1,0	6,0	1,6	1,0	11,4	6,5	4,0	2,5
3,5	—	6,6	—	10,5	$d+1,2$	10,0	3,0	1,0	7,0	1,6	1,0	13,1	7,5	5,5	2,5
4	—	7,6	—	12,5	$d+1,5$	12	3,0	1,0	8,0	2,0	1,0	14,3	8,0	5,5	3,0
4,5	—	8,5	—	14,0	$d+1,5$	14	3,0	1,0	10,0	3,0	1,0	16,6	9,5	7,0	3,0
5	—	9,5	—	16,0	$d+1,8$	16	3,0	1,0	10,0	3,0	1,0	18,4	10,5	7,0	4,0
5,5	—	—	—	—	$d+1,8$	16	3,0	1,0	12,0	3,0	1,0	18,7	10,5	8,0	4,0
6	—	—	—	—	$d+2,0$	16	3,0	1,0	12,0	3,0	1,0	18,9	10,5	8,5	4,0

* Ширина проточек дана для диаметров 6 мм и более.

Таблица 62

Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски (по ГОСТу 10549—63)

Трубная цилиндрическая резьба (наружная)



Размеры в мм

Обозначение размера резьбы (в дюймах)	Число ниток на 1" n	Сбег l_1 max при угле заборной части инструмента 20°	Сбег l_1 max при угле заборной части инструмента 30°	Недорез l_2 max нормальный	Недорез l_2 max уменьшенный	Проточка d_3	Проточка нормальная b	Проточка нормальная r	Проточка нормальная r_1	Проточка узкая b	Проточка узкая r	Проточка узкая r_1	Фаска c
1/8	28	1,6	1,0	2,5	1,6	8,0	2,5	1,0	0,5	1,6	0,5	0,3	1,0
1/4	19	2,4	1,5	4,0	2,5	11,0	4,0			2,5	1,0	0,5	1,6
3/8						14,5							

Продолжение табл. 62

Обозначение размера резьбы (в дюймах)	Число ниток на 1" n	Сбег l_1 max при угле заборной части инструмента 20°	Сбег l_1 max при угле заборной части инструмента 30°	Недорез l_2 max нормальный	Недорез l_2 max уменьшенный	Проточка d_3	Проточка нормальная b	Проточка нормальная r	Проточка нормальная r_1	Проточка узкая b	Проточка узкая r	Проточка узкая r_1	Фаска c
		Размеры в мм											
$^1/_2$	14	3,2	2,0	5,0	3,0	18,0	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	2,0
$^5/_8$						20,0							
$^3/_4$						23,5							
$^7/_8$						27,0							
1	11	4,1	2,5	6,0	4,0	29,5	6,0		1,0	4,0			2,5
$1^1/_8$						34,0							
$1^1/_4$						38,0							
$1^1/_2$						44,0							
$1^3/_4$						50,0							
2						56,0							
$2^1/_4$						62,0							
$2^1/_2$						71,5							
$2^3/_4$						78,0							
3						84,0							
$3^1/_2$						96,5							
4						109,0							
5						134,5							
6						160,0							

Таблица 63

Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски по ГОСТу 10549—63
Трубная цилиндрическая резьба (внутренняя)

Сбеги и недорезы	Проточки	Фаски
l_3, l_4	r_1, r, $45°$, d_4, b_1, d	$c_1 \times 45°$

Обозначение размера резьбы (в дюймах)	Число ниток на 1" n	Сбег l_3 max нормальный	Сбег l_3 max уменьшенный	Недорез l_4 max нормальный	Недорез l_4 max уменьшенный	Проточка d_4	Проточка Нормальная b_1	Проточка Нормальная r	Проточка Нормальная r_1	Проточка Узкая b_1	Проточка Узкая r	Проточка Узкая r_1	Фаска c_1
		Размеры в мм											
$^1/_8$	28	2,2	1,4	4	2,5	10,0	4	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	1,0
$^1/_4$	19	3,3	2,0	5	3,0	13,5	5	1,6		3,0			
$^3/_8$						17,0							

Обозначение размера резьбы (в дюймах)	Число ниток на 1" n	Сбег l_3 max нормальный	Сбег l_3 max уменьшенный	Недорез l_4 max нормальный	Недорез l_4 max уменьшенный	Проточка d_4	Проточка нормальная b_1	Проточка нормальная r	Проточка нормальная r_1	Проточка узкая b_1	Проточка узкая r	Проточка узкая r_1	Фаска c_1
Размеры в мм													
1/2	14	4,8	3,0	8	5,0	21,5	8	2,0	1,0	5,0	1,6	0,5	1,6
5/8						23,5							
3/4						27,0							
7/8						31,0							
1	14	6,0	4,0	10	6,0	34,0	10	3,0		6,0	1,6	1,0	
1 1/8						39,0							
1 1/4	14	6,0	4,0	10	6,0	43,0	10	3,0		6,0			
1 3/8						45,0							
1 1/2						48,5							
1 3/4						54,5							
2						60,5							
2 1/4						66,5							
2 1/2						76,0							
2 3/4						82,5							
3						89,0							
3 1/2						101,0							
4						114,0							
5						139,0							
6						165,0							

Таблица 64

Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски

(по ГОСТу 10549—63)

Трапецеидальная одноходовая резьба (наружная и внутренняя)

Размеры в мм

Шаг резьбы S	Проточка b	Проточка r	Проточка r_1	Проточка d_3	Проточка d_4	Фаска $c = c_1$
2	3	1,0	0,5	$d-3,0$	$d+1,0$	1,6
3	5	1,6	0,5	$d-4,2$	$d+1,0$	2,0
4	6	1,6	1,0	$d-5,2$	$d+1,1$	2,5
5	8	2,0	1,0	$d-7,0$	$d+1,6$	3,0
6	10	3,0	1,0	$d-8,0$	$d+1,6$	3,5
8	12	3,0	1,0	$d-10,2$	$d+1,8$	4,5
10	16	3,0	1,0	$d-12,5$	$d+1,8$	5,5
12	18	3,0	1,0	$d-14,5$	$d+2,1$	6,5
16	25	5,0	2,0	$d-19,5$	$d+2,8$	9,0
20	25	5,0	2,0	$d-24,0$	$d+3,0$	11,0
24	30	5,0	2,0	$d-28,0$	$d+3,5$	13,0
32	40	5,0	2,0	$d-36,5$	$d+3,5$	17,0
40	50	5,0	2,0	$d-44,5$	$d+4,0$	21,0
48	60	5,0	2,0	$d-52,8$	$d+4,0$	25,0

Примечание. Для многоходовой трапецеидальной резьбы ширина проточки принимается равной ширине проточки одноходовой резьбы, шаг которой равен ходу многоходовой резьбы. Размеры остальных элементов принимать по данной таблице.

Механические свойства болтов, винтов и шпилек из углеродистых и легированных сталей при нормальной температуре (по ГОСТу 1759—70)

Класс прочности *	Временное сопротивление σ_B в кгс/мм² наим.	Временное сопротивление σ_B в кгс/мм² наиб. (справ.)	Предел текучести σ_T ($\sigma_{0,2}$) в кгс/мм²	Относительное удлинение δ_5 в %	Ударная вязкость a_{H5} в кгс·м/см²	Твердость по Бринеллю HB наим.	Твердость по Бринеллю HB наиб. (справ.)	Твердость по Роквеллу HRB наим.	HRB наиб. (справ.)	HRC наим.	HRC наиб. (справ.)	Напряжение от пробной нагрузки $\sigma_П$ в кгс/мм²	Марка стали	Номер стандарта
			не менее	не менее	не менее									
3.6	34	49	20	25	Не регламентируется	90	150	48	80	Не регламентируется		18,8	Ст 3кп3, Ст 3сп3	ГОСТ 380—71
3.6	30	49	20	25	То же	90	150	48	80			18,8	10 10кп	ГОСТ 1050—60 ГОСТ 1050—60 ГОСТ 10702—63
4.6	40	55	24	25	5,5	110	170	62	86			22,6	20	ГОСТ 1050—60
4.8	40	55	32	14 справ.	Не регламентируется	110	170	62	86			29,1	10, 10кп	ГОСТ 10702—63 ГОСТ 1050—60
5.6	50	70	30	20	5	140	215	77	97			28,2	30, 35	ГОСТ 1050—60 ГОСТ 10702—63
5.8	50	70	40	10 справ.	Не регламентируется	140	215	77	97			36,4	10 **; 10кп **, 20; 20кп; Ст 3сп3; Ст 3кп3	ГОСТ 10702—63 ГОСТ 1050—60 ГОСТ 380—71
6.6	60	80	36	16	4	170	245	86	102			33,9	35; 45; 40Г	ГОСТ 1050—60 ГОСТ 10702—63
6.8	60	80	48	8 справ.	Не регламентируется	170	245	86	102			43,7	20; 20кп	ГОСТ 10702—63 ГОСТ 1050—60

Продолжение табл. 65

Класс прочности *	Временное сопротивление σ_B в кгс/мм² наим.	Временное сопротивление σ_B в кгс/мм² наиб. (справ.)	Предел текучести σ_T ($\sigma_{0,2}$) в кгс/мм²	Относительное удлинение δ_5 в %	Ударная вязкость a_{H5} в кгс·м/см²	Твердость по Бринеллю HB наим.	Твердость по Бринеллю HB наиб. (справ.)	Твердость по Роквеллу HRB наим.	HRB наиб. (справ.)	HRC наим.	HRC наиб. (справ.)	Напряжение от пробной нагрузки $\sigma_П$ в кгс/мм²	Марка стали	Номер стандарта
			не менее	не менее	не менее									
6.9	60	80	54	12 справ.	Не регламентируется	170	245	86	102			47,5	20; 20кп	ГОСТ 10702—63 ГОСТ 1050—60
8.8	80	100	64	12	6	225	300	Не регламентируется		21	33	58,2	35 ***; 35Х; 38ХА	ГОСТ 10702—63 ГОСТ 10702—63
10.9	100	120	90	9	4	280	365			29	39	79,2	35 ***; 45Г 35Х; 38ХА 40Г2; 40Х; 30ХГСА; 16ХСН	ГОСТ 1050—60 ГОСТ 4543—71 ГОСТ 4543—71
12.9	120	140	108	8	4	330	425			36	45	95,0	40Х; 30ХГСА; 16ХСН 35ХГСА	ГОСТ 10702—63 ГОСТ 4543—71
14.9	140	160	126	7	3	390	Не регламентируется			41	50	111,0	40ХНМА	ГОСТ 4543—71

* Класс прочности обозначен двумя числами. Первое число, умноженное на 10, определяет величину минимального временного сопротивления в кгс/мм², второе число, умноженное на 10, определяет отношение предела текучести к временному сопротивлению в процентах; произведение чисел определяет величину предела текучести в кгс/мм² (для класса прочности 3.6 значения приблизительные).

** Для болтов, винтов и шпилек с диаметром резьбы до 12 мм вкл.

*** Для болтов, винтов и шпилек с диаметром резьбы до 16 мм вкл.

Таблица 66

Механические свойства гаек из углеродистых и легированных сталей при нормальной температуре
(по ГОСТу 1759—70)

Класс прочности*	Напряжение от испытательной нагрузки σ_F в кгс/мм², не менее	Твердость по Бринеллю *HB*, не более	Твердость по Роквеллу *HRC*, не более	Марка стали	Номер стандарта
4	40	302	33	Ст 3кп3; Ст 3сп3	ГОСТ 380—71
5	50	302	33	10; 10кп; 20	ГОСТ 10702—63 ГОСТ 1050—60
6	60	302	33	10; 10кп; 15; 15кп; 35; Ст 5 35	ГОСТ 10702—63 ГОСТ 380—71 ГОСТ 1050—60
8	80	302	33	20; 20кп; 35; 45	ГОСТ 10702—63 ГОСТ 1050—60
10	100	353	38	35Х, 38ХА	ГОСТ 4543—71
12	120	353	38	40Х, 30ХГСА, 16ХСН	ГОСТ 4543—71
14	140	375	40	35ХГСА, 40ХНМА	ГОСТ 4543—71

* Класс прочности обозначен числом, которое при умножении на 10 дает величину напряжения от испытательной нагрузки в кгс/мм².

Примечание. Для изготовления гаек классов прочности 4 и 5 допускается применять фосфористую сталь, а для классов прочности 4, 5 и 6 — автоматные стали.

Таблица 67

Механические свойства болтов, винтов и шпилек из коррозионностойких, жаропрочных, жаростойких и теплоустойчивых сталей при нормальной температуре
(по ГОСТу 1759—70)

Условное обозначение группы	Временное сопротивление σ_B в кгс/мм²	Предел текучести σ_T ($\sigma_{0,2}$) в кгс/мм²	Относительное удлинение δ_5 в %	Ударная вязкость a_{H_5} в кгс·м/см²	Напряжение от пробной нагрузки $\sigma_П$ в кгс/мм²	Марка стали	Номер стандарта
21	52	20	40	—	18,0	Х18Н10Т; Х18Н9Т; Х17Н13М2Т	ГОСТ 5632—72

Продолжение табл. 67

Условное обозначение группы	Временное сопротивление σ_B в кгс/мм²	Предел текучести σ_T ($\sigma_{0,2}$) в кгс·м/см²	Относительное удлинение δ_5 в %	Ударная вязкость a_{H_5} в кгс·м/см²	Напряжение от пробной нагрузки $\sigma_П$ в кгс/мм²	Марка стали	Номер стандарта
22	70	55	15	6	49,5	2Х13	ГОСТ 5632—72
23	70	65	12	6	58,5	1Х17Н2	ГОСТ 5632—72
24	90	55	8	3	49,5	Х12Н22Т3МР	ГОСТ 5632—72
25	90	75	10	3	67,5	1Х12Н2ВМФ; 25Х1МФ; 25Х2М1Ф; 29Х1М1Ф1ТР	ГОСТ 5632—72 ГОСТ 10500—63
26	110	85	10	5	76,5	Х16Н6	—

Таблица 68

Механические свойства гаек из коррозионностойких, жаростойких, жаропрочных и теплоустойчивых сталей при нормальной температуре
(по ГОСТу 1759—70)

Условное обозначение группы	Напряжение от испытательной нагрузки σ_F в кгс/мм², не менее	Марка стали	Номер стандарта
21	52	Х18Н10Т, Х18Н9Т, Х17Н13М2Т	ГОСТ 5632—72
23	70	2Х13, 1Х17Н2	ГОСТ 5632—72
25	90	Х12Н22Т3МР, 1Х12Н2ВМФ 25Х1МФ, 25Х2М1Ф 20Х1М1Ф1ТР	ГОСТ 5632—72 ГОСТ 10500—63 —
26	110	Х16Н6	—

Таблица 69

Механические свойства болтов, винтов и шпилек из цветных сплавов при нормальной температуре
(по ГОСТу 1759—70)

Условное обозначение группы	Временное сопротивление $\sigma_в$ в кгс/мм²	Предел текучести $\sigma_т$ ($\sigma_{0,2}$) в кгс/мм²	Относительное удлинение δ_5 в %	Твердость по Бринеллю *HB*	Марка материала или сплава	Номер стандарта
	не менее					
31	27	12	15	Не регламентируется	АМг5П	ГОСТ 4784—65
32	32	Не регламентируется	12	75	Латунь ЛС59-1 Латунь Л63	ГОСТ 15527—70
33					Латунь ЛС59-1, Латунь Л63 антимагнитные	
34	50			Не регламентируется	Бронза БрАМц 9-2	ГОСТ 493—54
35	38	20	10		Д1П, Д16П	ГОСТ 4784—65

Таблица 70

Механические свойства гаек из цветных сплавов при нормальной температуре (по ГОСТу 1759—70)

Условное обозначение группы	Напряжение от испытательной нагрузки σ_F в кгс/мм², не менее	Марка материала или сплава	Номер стандарта
31	27	АМг5Л	ГОСТ 4784—65
32	32	Латунь ЛС59-1 Латунь Л63	ГОСТ 15527—70
33		Латунь ЛС59-1, Латунь Л63 антимагнитная	

Условное обозначение группы	Напряжение от испытательной нагрузки σ_F в кгс/мм², не менее	Марка материала или сплава	Номер стандарта
34	50	Бронза БрАМц 9-2	ГОСТ 493—54
35	38	Д1П, Д16П	ГОСТ 4784—65

Таблица 71

Технологические процессы изготовления болтов, винтов и шпилек из углеродистых и легированных сталей
(по ГОСТу 1759—70)

Класс прочности	Марка стали	Рекомендуемые технологические процессы изготовления
3.6	Ст 3кп3, Ст 3сп3 10, 10кп	1. Горячая высадка 2. Холодная высадка с последующей смягчающей термообработкой
4.6	20	Процесс 1; 3. Холодная высадка с последующей нормализацией
4.8	10; 10кп	4. Холодная высадка
5.6	30; 35	Процессы 1 и 3
5.8	10; 10кп; 20; 20кп; Ст 3кп3; Ст 3сп3	Процесс 4
6.6	35	5. Горячая высадка с последующими закалкой и отпуском
	45; 40Г	Процесс 1

17 Заказ 1011

Продолжение табл. 71

Класс прочности	Марка стали	Рекомендуемые технологические процессы изготовления
6.8 6.9	20; 20кп	6. Холодная высадка с последующими закалкой и отпуском. 7. Холодная высадка с редуцированием стержня
8.8—14.9	Стали по табл. 65	Процессы 5 и 6; 8. Точение с последующими закалкой и отпуском

Таблица 72

Технологические процессы изготовления гаек из углеродистых и легированных сталей

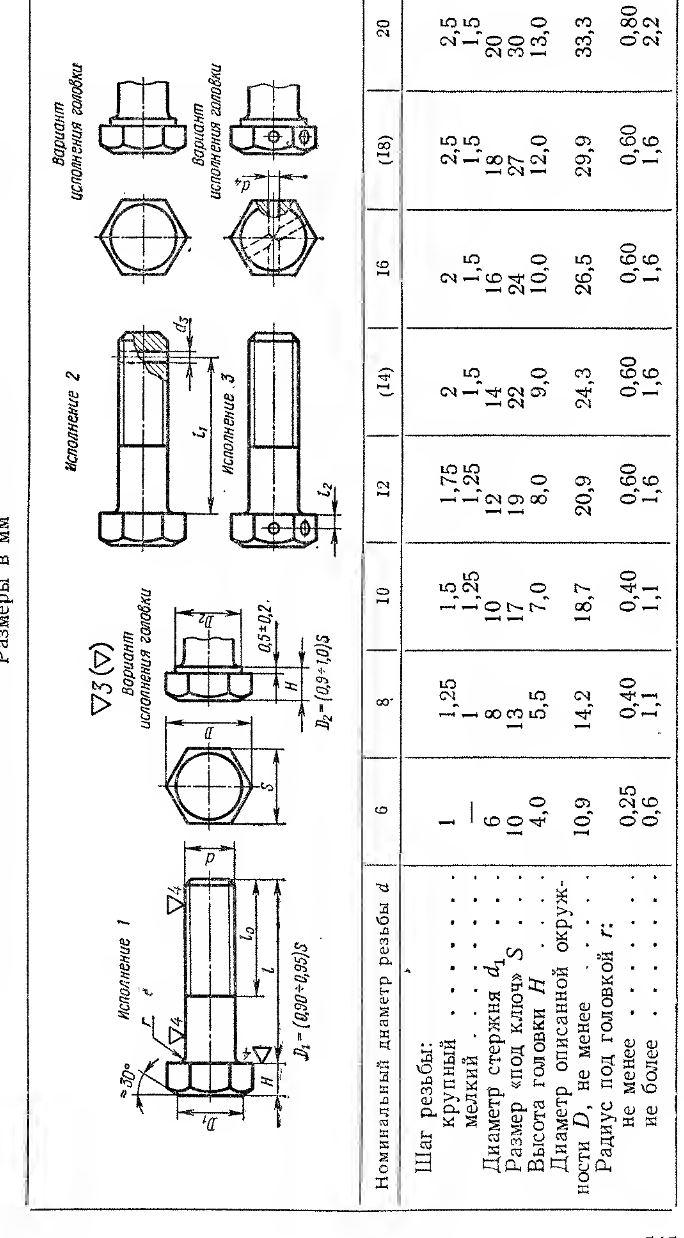
(по ГОСТу 1759—70)

Класс прочности	Марка стали	Рекомендуемые технологические процессы изготовления
4	Ст 3кп3; Ст 3сп3	1. Горячая высадка или вырубка
5	10; 10кп	2. Холодная высадка
	20	Процесс 1
6	Ст5; 35	Процесс 1
	10; 10кп; 15; 15кп	Процесс 2
8	20; 20кп	Процесс 2
	45	Процесс 1
	35	3. Горячая высадка с последующими закалкой и отпуском Процесс 2
10—14	Стали по табл. 66	Процесс 3 4. Холодная высадка с последующими закалкой и отпуском 5. Точение с последующими закалкой и отпуском

Таблица 73

Болты с шестигранной головкой (нормальной точности) (по ГОСТу 7798—70)

Размеры в мм



Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20
Шаг резьбы:								
крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
мелкий	—	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5
Диаметр стержня d_1	6	8	10	12	14	16	18	20
Размер «под ключ» S	10	13	17	19	22	24	27	30
Высота головки H	4,0	5,5	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	13,0
Диаметр описанной окружности D, не менее	10,9	14,2	18,7	20,9	24,3	26,5	29,9	33,3
Радиус под головкой r:								
не менее	0,25	0,40	0,40	0,60	0,60	0,60	0,60	0,80
не более	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6	1,6	2,2

Продолжение табл. 73

Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20
Диаметр отверстия в стержне d_3	1,6	2,0	2,5	3,2	3,2	4,0	4,0	4,0
Диаметр отверстия в головке d_4	2,0	2,5	3,2	3,2	3,2	4,0	4,0	4,0
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке l_2	2,0	2,8	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	8—20 / × 22—90 / 18 —	8—25 / × 28—100 / 22 —	10—30 / × 32—150 / 26 160—220 / 32	14—32 / × 35—150 / 30 160—260 / 36	16—38 / × 40—150 / 34 160—300 / 40	18—40 / × 45—150 / 38 160—300 / 44	20—45 / × 50—150 / 42 160—300 / 48	25—50 / × 55—150 / 46 160—300 / 52
Разность длины болта l и величины l_1 ($l - l_1$)	4	4	4	5	5	6	6	6

Номинальный диаметр резьбы d	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы:							
крупный	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
мелкий	1,5	2	2	2	3	3	3
Диаметр стержня d_1	22	24	27	30	36	42	48
Размер «под ключ» S	32	36	41	46	55	65	75
Высота головки H	14,0	15,0	17,0	19,0	23,0	26,0	30,0
Диаметр описанной окружности D, не менее	35,0	39,6	45,2	50,9	60,8	72,1	83,4
Радиус под головкой r:							
не менее	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00	1,20	1,60
не более	2,2	2,2	2,7	2,7	3,2	3,3	4,3
Диаметр отверстия в стержне d_3	5,0	5,0	5,0	6,3	6,3	8,0	8,0
Диаметр отверстия в головке d_4	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке l_2	7,0	7,5	8,5	9,5	11,5	13,0	15,0
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	30—55 / × 60—150 / 50 160—300 / 56	32—60 / × 65—150 / 54 160—300 / 60	35—65 / × 70—150 / 60 160—300 / 66	45—70 / × 75—150 / 66 160—300 / 72	50—85 / × 90—150 / 78 160—300 / 84	55—100 / × 105—150 / 90 160—300 / 96	65—110 / × 115—120 / 102 160—300 / 108
Разность длины болта l и величины l_1 ($l - l_1$)	7	7	8	9	10	12	12

Ряд длин болтов l: 8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, (125), 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

Примечания: 1. Знаком «×» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.
2. Болты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.
3. Резьба — по ГОСТу 9150—59; допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.
4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 74

Болты с шестигранной уменьшенной головкой (нормальной точности) (по ГОСТу 7796—70)

Размеры в мм

Номинальный диаметр d резьбы	8	10	12	(14)	16	(18)	20
Шаг резьбы:							
крупный	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
мелкий	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5
Диаметр стержня d_1	8	10	12	14	16	18	20
Размер «под ключ» S	12	14	17	19	22	24	27

Продолжение табл. 74

Номинальный диаметр d резьбы	8	10	12	(14)	16	(18)	20
Высота головки H	5	6	7	8	9	10	11
Высота головки H_1	5,5	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	13,0
Диаметр описанной окружности D, не менее	13,1	15,3	18,7	20,9	24,3	26,5	29,9
Радиус под головкой r:							
не менее	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8
не более	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6	1,6	2,2
Диаметр отверстия в стержне d_3	2,0	2,5	3,2	3,2	4,0	4,0	4,0
Диаметр отверстия в головке d_4	2,5	2,5	3,2	3,2	4,0	4,0	4,0
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке l_2	2,8	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	8—25 / × 28—100 / 22	10—30 / × 32—150 / 26 160—200 / 32	14—32 / × 35—150 / 30 160—260 / 36	16—38 / × 40—150 / 34 160—300 / 40	18—40 / × 45—150 / 38 160—300 / 44	20—45 / × 50—150 / 42 160—300 / 48	25—50 / × 55—150 / 46 160—300 / 52
Разность между длиной болта l и расстоянием l_1 от оси отверстия до опорной головки болта ($l - l_1$)	4	4	5	5	6	6	6

Продолжение табл. 74

Номинальный диаметр d резьбы	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы:							
крупный	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
мелкий	1,5	2	2	2	3	3	3
Диаметр стержня d_1	22	24	27	30	36	42	48
Размер «под ключ» S	30	32	36	41	50	60	70
Высота головки H	12	13	15	17	20	23	26
Высота головки H_1	14,0	15,0	17,0	19,0	23,0	26,0	30,0
Диаметр описанной окружности D, не менее	33,3	35,0	39,6	45,2	55,4	66,4	77,7
Радиус под головкой r:							
не менее	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,2	1,6
не более	2,2	2,2	2,7	2,7	3,2	3,3	4,3
Диаметр отверстия в стержне d_3	5,0	5,0	5,0	6,3	6,3	8,0	8,0
Диаметр отверстия в головке d_4	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0

Продолжение табл. 74

Номинальный диаметр d резьбы	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке l_2	7,0	7,5	8,5	9,5	11,5	13,0	15,0
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	$\frac{30-55}{\times}$	$\frac{32-60}{\times}$	$\frac{35-65}{\times}$	$\frac{45-70}{\times}$	$\frac{50-85}{\times}$	$\frac{55-100}{\times}$	$\frac{65-110}{\times}$
	$\frac{60-150}{50}$	$\frac{65-150}{54}$	$\frac{70-150}{60}$	$\frac{75-150}{66}$	$\frac{90-150}{78}$	$\frac{105-150}{90}$	$\frac{115-150}{102}$
	$\frac{160-300}{56}$	$\frac{160-300}{60}$	$\frac{160-300}{66}$	$\frac{160-300}{72}$	$\frac{160-300}{84}$	$\frac{160-300}{96}$	$\frac{160-300}{108}$
Разность между длиной болта l и расстоянием l_1 от оси отверстия до опорной головки болта $(l - l_1)$	7	7	8	9	10	12	12

Ряд длин болтов l: 8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, (125), 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

Примечания: 1. Болты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.
2. Знаком «×» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.
3. Резьба — по ГОСТу 9150—59; допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.
4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 75

Болты с шестигранной уменьшенной головкой и направляющим подголовком (нормальной точности) (по ГОСТу 7795—70). Размеры в мм

$D_1 = (0,90 \div 0,95)S$
$d_2 \approx$ среднему диаметру резьбы
$D_2 = (0,9 \div 1,0)S$
$D_3 \leq 0,8S$
$h_1 = (0,2 \div 0,4)H_1$

Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20
Шаг резьбы: крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
мелкий	—	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5
Диаметр подголовка d_1	6	8	10	12	14	16	18	20

Продолжение табл. 75

Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20
Высота подголовка h, не менее	3	4	5	6	7	8	9	10
Размер «под ключ» S	10	12	14	17	19	22	24	27
Высота головки H	4	5	6	7	8	9	10	11
Высота головки H_1	4,2	5,5	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	13,0
Диаметр описанной окружности D, не менее	10,9	13,1	15,3	18,7	20,9	24,3	26,5	29,9
Радиус под головкой r: не менее	0,25	0,40	0,40	0,60	0,60	0,60	0,60	0,80
не более	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6	1,6	2,2
Диаметр отверстия в стержне d_3	1,6	2,0	2,5	3,2	3,2	4,0	4,0	4,0
Диаметр отверстия в головке d_4	2,0	2,5	2,5	3,2	3,2	4,0	4,0	4,0
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке l_2	2	2,8	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	$\frac{28-90}{18}$	$\frac{35-100}{22}$	$\frac{40-150}{26}$ $\frac{160-200}{32}$	$\frac{45-150}{30}$ $\frac{160-260}{36}$	$\frac{55-150}{34}$ $\frac{160-300}{40}$	$\frac{60-150}{38}$ $\frac{160-300}{44}$	$\frac{65-150}{42}$ $\frac{160-300}{48}$	$\frac{70-150}{46}$ $\frac{160-300}{52}$
Разность между длиной болта l и расстоянием l_1 от оси отверстия до опорной плоскости головки $(l - l_1)$	4	4	4	5	5	6	6	6

Продолжение табл. 75

Номинальный диаметр резьбы d	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы:							
крупный	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
мелкий	1,5	2	2	2	3	3	3
Диаметр подголовка d_1	22	24	27	30	36	42	48
Высота подголовка h, не менее	11	12	14	15	18	21	24
Размер «под ключ» S	30	32	36	41	50	60	70
Высота головки H	12	13	15	17	20	23	26
Высота головки H_1	14,0	15,0	17,0	19,0	23,0	26,0	30,0
Диаметр описанной окружности D, не менее	33,3	35,0	39,6	45,2	55,4	66,4	77,7
Радиус под головкой r:							
не менее	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00	1,20	1,60
не более	2,2	2,2	2,7	2,7	3,2	3,3	4,3
Диаметр отверстия в стержне d_3	5,0	5,0	5,0	6,3	6,3	8,0	8,0
Диаметр отверстия в головке d_4	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0

Продолжение табл. 75

Номинальный диаметр резьбы d	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке l_2	7,0	7,5	8,5	9,5	11,5	13,0	15,0
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	$\frac{75—150}{50}$	$\frac{80—150}{54}$	$\frac{90—150}{60}$	$\frac{100—150}{66}$	$\frac{115—150}{78}$	$\frac{140—150}{90}$	$\frac{150}{102}$
	$\frac{160—300}{56}$	$\frac{160—300}{60}$	$\frac{160—300}{66}$	$\frac{160—300}{72}$	$\frac{160—300}{84}$	$\frac{160—300}{96}$	$\frac{160—300}{108}$
Разность между длиной болта l и расстоянием l_1 от оси отверстия до опорной плоскости головки $(l - l_1)$	7	7	8	9	10	12	12

Ряд длин болтов l: 28, 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

Примечания: 1. Болты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.
2. Резьба — по ГОСТу 9150—59; допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.
3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 76

Болты с шестигранной головкой (повышенной точности) (по ГОСТу 7805—70)

Размеры в мм

$D_1 = (0{,}90 \div 0{,}95)S$

$D_2 = (0{,}9 \div 1{,}0)S$

Номинальный диаметр резьбы d	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	(14)
Шаг резьбы:											
крупный	0,35	0,4	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2
мелкий	—	—	—	—	—	—	—	1	1,25	1,25	1,5
Диаметр стержня d_1	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
Размер «под ключ» S	3,2	4	5	5,5	7	8	10	13	17	19	22
Высота головки H	1,1	1,4	1,7	2,0	2,8	3,5	4,0	5,5	7,0	8,0	9,0
Диаметр описанной окружности D, не менее	3,4	4,4	5,5	6,0	7,7	8,8	11,0	14,4	18,9	21,1	24,5
Радиус под головкой r:											
не менее	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6
не более	0,2	0,3	0,3	0,3	0,35	0,35	0,40	0,60	0,60	1,10	1,10
Диаметр отверстия в стержне d_3	—	—	—	—	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3.2	3.2
Диаметр отверстия в головке d_4	—	—	—	—	1,0	1,2	2,0	2,5	2,5	3,2	3,2
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке l_2	—	—	—	—	1,4	1,8	2,0	2,8	3,5	4,0	4,5
Отношение длины стержня болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	2—10 × 12—14 8	3—12 × 14—18 10	3—12 × 14—25 10	4—12 × 14—30 12	6—14 × 16—60 14	6—16 × 18—80 16	8—20 × 22—90 18	8—25 × 28—100 22	10—30 × 32—150 26 160—200 32	14—32 × 35—150 30 160—260 36	16—38 × 40—150 34 160—300 40
Разность между длиной болта l и расстоянием l_1 от оси отверстия до опорной плоскости головки $(l - l_1)$	—	—	—	—	2,5	2,5	4	4	4	5	5

Номинальный диаметр резьбы d	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы:										
крупный	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
мелкий	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	3	3
Диаметр стержня d_1	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0	27,0	30,0	36,0	42,0	48,0
Размер «под ключ» S	24	27	30	32	36	41	46	55	65	75
Высота головки H	10,0	12,0	13,0	14,0	15,0	17,0	19,0	23,0	26,0	30,0
Диаметр описанной окружности D, не менее	26,8	30,2	33,6	35,8	40,3	45,9	51,6	61,7	73,0	84,3
Радиус под головкой r:										
не менее	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,2	1,6
не более	1,10	1,10	1,20	1,20	1,20	1,70	1,70	1,70	1,80	2,30

Продолжение табл. 76

Номинальный диаметр резьбы d	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Диаметр отверстия стержне d_3	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	6,3	6,3	8,0	8,0
Диаметр отверстия в головке d_4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке l_2	5,0	6,0	6,5	7,0	7,5	8,5	9,5	11,5	13,0	15,0
Отношение длины стержня болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	18—40 × 45—150 38 160—300 44	20—45 × 50—150 42 160—300 48	25—50 × 55—150 46 160—300 52	30—55 × 60—150 50 160—300 56	32—60 × 65—150 54 160—300 60	35—65 × 70—150 60 160—300 66	40—70 × 75—150 66 160—300 72	50—85 × 90—150 78 160—300 84	55—100 × 105—150 90 160—300 96	65—110 × 115—150 102 160—300 108
Разность между длиной болта l и расстоянием l_1 от оси отверстия до опорной плоскости головки $(l - l_1)$	6	6	6	7	7	8	9	10	12	12

Ряд длин болтов l: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, (125), 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

Примечания: 1. Знаком «×» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.
2. Болты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.
3. Резьба — по ГОСТу 9150—59; допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.
4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Исполнение 1

$D_1 = (0,90 \div 0,95)S$

Исполнение 2

Исполнение 3

Исполнение 4

$D_3 \leq 0,8S$

$h = (0,2 \div 0,4)H_1$

Исполнение 5

∇3 (∇)

Вариант исполнения головки

$D_2 = (0,9 \div 1,0)S$

Таблица 77

Болты с шестигранной уменьшенной головкой (повышенной точности) (по ГОСТу 7808—70) Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	8	10	12	(14)	16
Шаг резьбы:					
крупный	1,25	1,5	1,75	2	2
мелкий	1	1,25	1,25	1,5	1,5
Диаметр стержня d_1	8	10	12	14	16
Размер «под ключ» S	12	14	17	19	22
Высота головки H	5	6	7	8	9
Высота головки H_1	5.5	7,0	8,0	9,0	10,0
Диаметр описанной окружности D, не менее	13.2	15,5	18,9	21,1	24,5
Радиус под головкой r:					
не менее	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6
не более	0,6	0,6	1,1	1,1	1,1
Диаметр отверстия в стержне d_3	2	2,5	3,2	3,2	4,0
Диаметр отверстия в головке d_4	2,5	2,5	3,2	3,2	4,0
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке l_2	2,8	3,5	4,0	4,5	5,0
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	8—25 × 28—100 22	10—30 × 32—150 26 160—200 32	14—32 × 35—150 30 160—260 36	16—38 × 40—150 34 160—300 40	18—40 × 45—150 38 160—300 44
Разность между длиной болта l и расстоянием l_1 от оси отверстия до опорной плоскости головки $(l - l_1)$	4	4	5	5	6

Продолжение табл. 77

Номинальный диаметр резьбы d	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы:									
крупный . . .	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
мелкий	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	3	3
Диаметр стержня d_1	18	20	22	24	27	30	36	42	48
Размер «под ключ» S	24	27	30	32	36	41	50	60	70
Высота головки H	10	11	12	13	15	17	20	23	26
Высота головки H_1	12,0	13,0	14,0	15,0	17,0	19,0	23,0	26,0	30,0
Диаметр описанной окружности D, не менее	26,8	30,2	33,6	35,8	40,3	45,9	56,1	67,4	78,6
Радиус под головкой r:									
не менее . . .	0,6	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,2	1,6
не более . . .	1,1	1,2	1,2	1,2	1,7	1,7	1,7	1,8	2,3
Диаметр отверстия в стержне d_3	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	6,3	6,3	8	8
Диаметр отверстия в головке d_4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0

Продолжение табл. 77

Номинальный диаметр резьбы d	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке l_2	6,0	6,5	7,0	7,5	8,5	9,5	11,5	13,0	15,0
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	$\frac{20-45}{\times}$	$\frac{25-50}{\times}$	$\frac{30-55}{\times}$	$\frac{32-60}{\times}$	$\frac{35-65}{\times}$	$\frac{40-70}{\times}$	$\frac{50-85}{\times}$	$\frac{55-100}{\times}$	$\frac{65-110}{\times}$
	$\frac{50-150}{42}$	$\frac{55-150}{46}$	$\frac{60-150}{50}$	$\frac{65-150}{54}$	$\frac{70-150}{60}$	$\frac{75-150}{66}$	$\frac{90-150}{78}$	$\frac{105-150}{90}$	$\frac{115-150}{102}$
	$\frac{160-300}{48}$	$\frac{160-300}{52}$	$\frac{160-300}{56}$	$\frac{160-300}{60}$	$\frac{160-300}{66}$	$\frac{160-300}{72}$	$\frac{160-300}{84}$	$\frac{160-300}{96}$	$\frac{160-300}{108}$
Разность между длиной болта l и расстоянием l_1 от оси отверстия до опорной плоскости головки ($l - l_1$)	6	6	7	7	8	9	10	12	12

Ряд длин болтов l: 8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, (125), 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

Примечания: 1. Знаком «×» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.
2. Болты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.
3. Резьба — по ГОСТу 9150—59, допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.
4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 78

Болты с шестигранной уменьшенной головкой и направляющим подголовком (повышенной точности)

(по ГОСТу 7811—70)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	(14)
Шаг резьбы:					
крупный	1	1,25	1,5	1,75	2
мелкий	—	1	1,25	1,25	1,5
Диаметр подголовка d_1	6	8	10	12	14
Высота подголовка h, не менее	3	4	5	6	7
Размер «под ключ» S	10	12	14	17	19
Высота головки H	4	5	6	7	8
Высота головки H_1	4,2	5,5	7,0	8,0	9,0
Диаметр описанной окружности D, не менее	11,0	13,2	15,5	18,9	21,1

Продолжение табл. 78

Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	(14)
Радиус под головкой r:					
не менее	0,25	0,40	0,40	0,60	0,60
не более	0,4	0,6	0,6	1,1	1,1
Диаметр отверстия в стержне d_3	1,6	2,0	2,5	3,2	3,2
Диаметр отверстия в головке d_4	2,0	2,5	2,5	3,2	3,2
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке l_2	2,0	2,8	3,5	4,0	4,5
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	$\frac{28-90}{18}$	$\frac{35-100}{22}$	$\frac{40-150}{26}$	$\frac{45-150}{30}$	$\frac{55-150}{34}$
			$\frac{160-200}{32}$	$\frac{160-260}{36}$	$\frac{160-300}{40}$
Разность между длиной болта l и расстоянием l_1 от оси отверстия до опорной плоскости головки болта $(l-l_1)$	4	4	4	5	5

Продолжение табл. 78

Номинальный диаметр резьбы d	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы:										
крупный	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
мелкий	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	3	3
Диаметр подголовка d_1	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48
Высота подголовка h, не менее	8	9	10	11	12	14	15	18	21	24
Размер «под ключ» S	22	24	27	30	32	36	41	50	60	70
Высота головки H	9	10	11	12	13	15	17	20	23	26
Высота головки H_1	10,0	12,0	13,0	14,0	15,0	17,0	19,0	23,0	26,0	30,0
Диаметр описанной окружности D, не менее	24,5	26,8	30,2	33,6	35,8	40,3	45,9	56,1	67,4	78,6
Радиус под головкой r:										
не менее	0,60	0,60	0,80	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00	1,20	1,60
не более	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,7	1,7	1,7	1,8	2,0
Диаметр отверстия в стержне d_3	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	6,3	6,3	8,0	8,0

Продолжение табл. 78

Номинальный диаметр резьбы d	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Диаметр отверстия в головке d_4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке l_2	5,0	6,0	6,5	7,0	7,5	8,5	9,5	11,5	13,0	15,0
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	$\frac{60-150}{38}$	$\frac{65-150}{42}$	$\frac{70-150}{46}$	$\frac{75-150}{50}$	$\frac{80-150}{54}$	$\frac{90-150}{60}$	$\frac{100-150}{66}$	$\frac{115-150}{78}$	$\frac{140-150}{90}$	$\frac{150}{102}$
	$\frac{160-300}{44}$	$\frac{160-300}{48}$	$\frac{160-300}{52}$	$\frac{160-300}{56}$	$\frac{160-300}{60}$	$\frac{160-300}{66}$	$\frac{160-300}{72}$	$\frac{160-300}{84}$	$\frac{160-300}{96}$	$\frac{160-300}{108}$
Разность между длиной болта l и расстоянием l_1 от оси отверстия до опорной плоскости головки болта ($l - l_1$)	6	6	6	7	7	8	9	10	12	12

Ряд длин болтов l: (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, (125), 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

Примечания: 1. Болты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.
2. Резьба — по ГОСТу 9150—59, допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.
3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

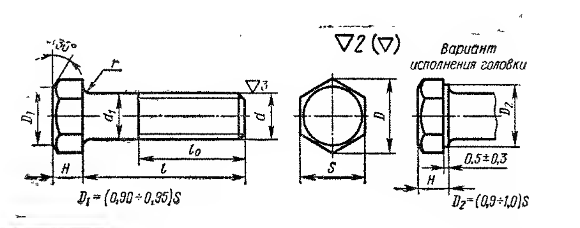


Таблица 79

Болты с шестигранной головкой (грубой точности)
(по ГОСТу 15589—70)
Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
Диаметр стержня d_1	20	22	24	27	30	36	42	48
Размер «под ключ» S	30	32	36	41	46	55	65	75
Высота головки H	13	14	15	17	19	23	26	30
Диаметр описанной окружности D, не менее	32,4	34,4	38,8	44,4	50,0	59,7	70,8	81,9
Радиус под головкой r, не более	2,2	2,2	2,2	2,7	2,7	3,2	3,3	4,3
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	25—50 / × 55—150 / 46 160—300 / 52	30—50 / × 55—150 / 50 160—300 / 56	32—60 / × 65—150 / 54 160—300 / 60	35—65 / × 70—150 / 60 160—300 / 66	40—70 / × 75—150 / 66 160—300 / 72	50—85 / × 90—150 / 78 160—300 / 84	55—100 / × 105—150 / 90 160—300 / 96	65—110 / × 115—150 / 102 160—300 / 108

Ряд длин болтов l: 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, (125), 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

Примечания: 1. Знаком «×» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.
2. Болты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.
3. Резьба — по ГОСТу 9150—59, допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.
4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70. Механические свойства болтов должны соответствовать классам прочности 3.6; 4.6 и 5.6.

Таблица 80

Болты с шестигранной уменьшенной головкой (грубой точности) (по ГОСТу 15591—70)
Размеры в мм

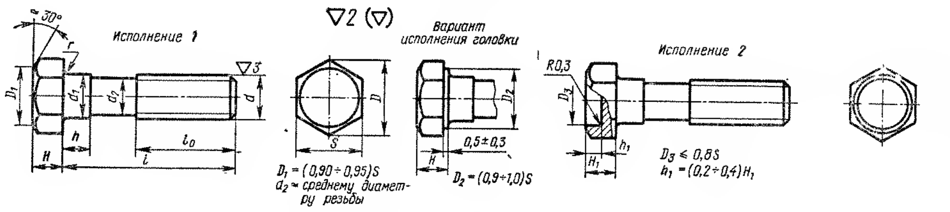
Номинальный диаметр резьбы d	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
Диаметр стержня d_1	20	22	24	27	30	36	42	48
Размер «под ключ» S	27	30	32	36	41	50	60	70
Высота головки H	11	12	13	15	17	20	23	26
Высота головки H_1	13	14	15	17	19	23	26	30
Диаметр описанной окружности D, не менее	29,0	32,4	34,4	38,8	44,4	54,4	65,3	76,4
Радиус под головкой r, не более	2,2	2,2	2,2	2,7	2,7	3,2	3,3	4,3
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	25—50 / × 55—150 / 46 160—300 / 52	30—50 / × 55—150 / 50 160—300 / 56	32—60 / × 65—150 / 54 160—300 / 60	35—65 / × 70—150 / 60 160—300 / 66	40—70 / × 75—150 / 66 160—300 / 72	50—85 / × 90—150 / 78 160—300 / 84	55—100 / × 105—150 / 90 160—300 / 96	65—110 / × 115—150 / 102 160—300 / 108

Ряд длин болтов l: 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, (125), 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

Примечания: 1. Знаком «×» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.
2. Болты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.
3. Резьба — по ГОСТу 9150—59, допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.
4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70. Механические свойства болтов должны соответствовать классам прочности 3.6, 4.6 и 5.6.

Таблица 81

Болты с шестигранной уменьшенной головкой и направляющим подголовком (грубой точности)
(по ГОСТу 15590—70)
Размеры в мм



Номинальный диаметр резьбы d	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
Диаметр подголовка d_1	20	22	24	27	30	36	42	48
Высота подголовка h, не менее	10	11	12	14	15	18	21	24
Размер «под ключ» S	27	30	32	36	41	50	60	70
Высота головки H	11	12	13	15	17	20	23	26
Высота головки H_1	13	14	15	17	19	23	26	30
Диаметр описанной окружности D, не менее	29,0	32,4	34,4	38,8	44,4	54,4	65,3	76,4
Радиус под головкой r, не более	2,2	2,2	2,2	2,7	2,7	3,2	3,3	4,3
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	70—150 / 46; 160—300 / 52	75—150 / 50; 160—300 / 56	80—150 / 54; 160—300 / 60	90—150 / 60; 160—300 / 66	100—150 / 66; 160—300 / 72	115—150 / 78; 160—300 / 84	140—150 / 90; 160—300 / 96	150 / 102; 160—300 / 108

Ряд длин болтов l: 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, (125), 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

Примечания: 1. Болты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.
2. Резьба — по ГОСТу 9150—59, допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.
3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70. Механические свойства болтов должны соответствовать классам прочности 3.6, 4.6 и 5.6.

Таблица 82

Болты с полукруглой головкой, подголовком и усом (грубой точности)
(по ГОСТу 7783—72)
Размеры в мм

▽3 (▽) — для болтов $d \leq 12$ мм; ▽2 (▽) — для болтов $d > 12$ мм

Исполнение 1; А-А; Исполнение 2; Б-Б

$d_2 \approx$ среднему диаметру резьбы

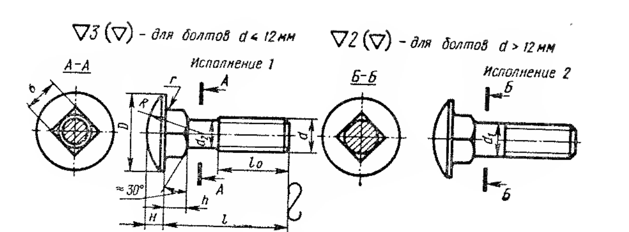
Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	(14)	16	20	(22)	24
Шаг резьбы	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	3
Диаметр головки D	11	14	17	21	24	28	34	38	42
Высота головки H	4	5	6	8	9	10	12	14	16
Радиус сферы $R \approx$	6	8	9,5	11,5	13	16	19	21	23
Диаметр подголовка или стержня d_1	6	8	10	12	14	16	20	22	24
Высота подголовка h, не менее	3	4	5	6	7	8	10	11	12
Высота уса h_1, не менее	3	4	5	6	7	7	8	8	9
Ширина уса b	2,5	2,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	6,0	6,0
Радиус под головкой r, не более	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6	2,2	2,2	2,2
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	20—25 / ×; 30—50 / 18	20—30 / ×; 35—65 / 22	20—35 / ×; 40—150 / 26	35—40 / ×; 45—150 / 30; 160 / 36	35—45 / ×; 50—150 / 34; 160—200 / 40	50 / ×; 55—150 / 38; 160—200 / 44	60 / ×; 65—150 / 46; 160—200 / 52	65 / ×; 70—150 / 50; 160—200 / 56	75 / ×; 80—150 / 54; 160—200 / 60

Ряд длин l: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200.

Примечания: 1. Размеры болтов, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.
2. Знаком «×» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.
3. Резьба — по ГОСТу 9150—59, поле допуска — 8g по ГОСТу 16093—70.
4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70. Механические свойства болтов должны соответствовать классам прочности 3.6; 4.6; 4.8; 5.6 и 5.8.

Таблица 83

Болты с полукруглой головкой и квадратным подголовком (грубой точности)
(по ГОСТу 17672—72)
Размеры в мм



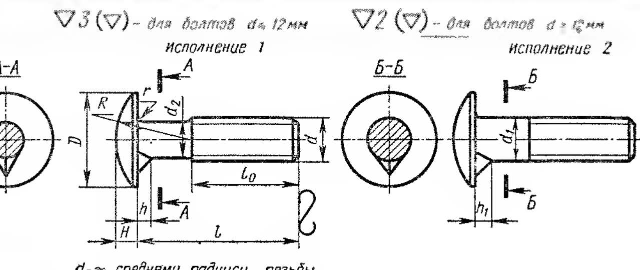
Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	(14)	16	20	(22)	24
Шаг резьбы	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	3
Диаметр головки D	11	14	17	21	24	28	34	38	42
Высота головки H	4	5	6	8	9	10	12	14	16
Радиус сферы R ≈	6	8	9,5	11,5	13	16	19	21	23
Размер квадратного подголовка b или стержня d_1	6	8	10	12	14	16	20	22	24
Высота подголовка h, не менее	4	5	6	8	9	10	12	14	15
Радиус под головкой r, не более	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6	2,2	2,2	2,2
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	20—25 × 30—50 18	20—30 × 35—65 22	20—35 × 40—150 26	35—40 × 45—150 30 160 36	35—45 × 50—150 34 160—200 40	50 × 55—150 38 160—200 44	60 × 65—150 46 160—200 52	65 × 70—150 50 160—200 56	75 × 80—150 54 160—200 60

Ряд длин l: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200.

Примечания: 1. Размеры болтов, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.
2. Знаком «×» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.
3. Резьба — по ГОСТу 9150—59, поле допуска 8g — по ГОСТу 16093—70.
4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70. Механические свойства болтов должны соответствовать классам прочности 3.6; 4.6; 4.8; 5.6 и 5.8.

Таблица 84

Болты с увеличенной полукруглой головкой и усом (грубой точности)
(по ГОСТу 7801—72)
Размеры в мм



Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	(14)	16	20	(22)	24
Шаг резьбы	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	3
Диаметр головки D	14	18	23	28	32	35	44	48	52
Высота головки H	3	4	5	6	7	8	10	11	12
Радиус сферы R ≈	11	13,5	18	22	25	27	33	36,5	39
Диаметр стержня d_1	6	8	10	12	14	16	20	22	24
Высота уса:									
h, не менее	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	9	10	11	12
h_1, не менее	3	3,5	5	6	7	8	9	10	11
Радиус под головкой r, не более	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6	2,2	2,2	2,2
Отношение длины болта l к длине нарезаемой части l_0 (l/l_0)	25 × 30—90 18	30 × 35—100 22	35 × 40—150 26	40 × 45—150 30 160—200 36	40—45 × 50—150 34 160—200 40	45—50 × 55—150 38 160—200 44	55—60 × 65—150 46 40—200 52	— 70—150 50 160—200 56	— 80—150 54 160—200 60

Ряд длин l: 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200.

Примечания: 1. Размеры болтов, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.
2. Знаком «×» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.
3. Резьба — по ГОСТу 9150—59, поле допуска 8g — по ГОСТу 16093—70.
4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70. Механические свойства болтов должны соответствовать классам прочности 3.6, 4.6 и 5.6.

Таблица 85

Болты с увеличенной полукруглой головкой и квадратным подголовком (грубой точности) (по ГОСТу 7802—72)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	5	6	8	10	12	(14)	16	20	(22)	24
Шаг резьбы	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	3
Диаметр головки D	11	14	18	23	28	32	35	44	48	52
Высота головки H	2,5	3	4	5	6	7	8	10	11	12
Радиус сферы $R \approx$	8,5	11	13,5	18	22	25	27	33	36,5	39
Размер квадратного подголовка b или стержня d_1	5	6	8	10	12	14	16	20	22	24
Высота подголовка h, не менее	3	4	5	6	8	9	10	12	14	15
Радиус под головкой r, не более	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6	2,2	2,2	2,2
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	12—20 × 25—140 16	12—25 × 30—150 18 160—190 24	14—30 × 35—150 22 160—220 24	16—35 × 40—150 26 160—260 32	20—45 × 50—150 30 160—260 36	25—50 × 55—150 34 160—260 40	25—55 × 60—150 38 160—260 44	25—65 × 70—150 46 160—260 52	65—70 × 75—150 50 160—260 56	75—90 × 100—150 54 160—260 60

Ряд длин l: 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260.

Примечания: 1. Размеры болтов, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

2. Знаком «×» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.

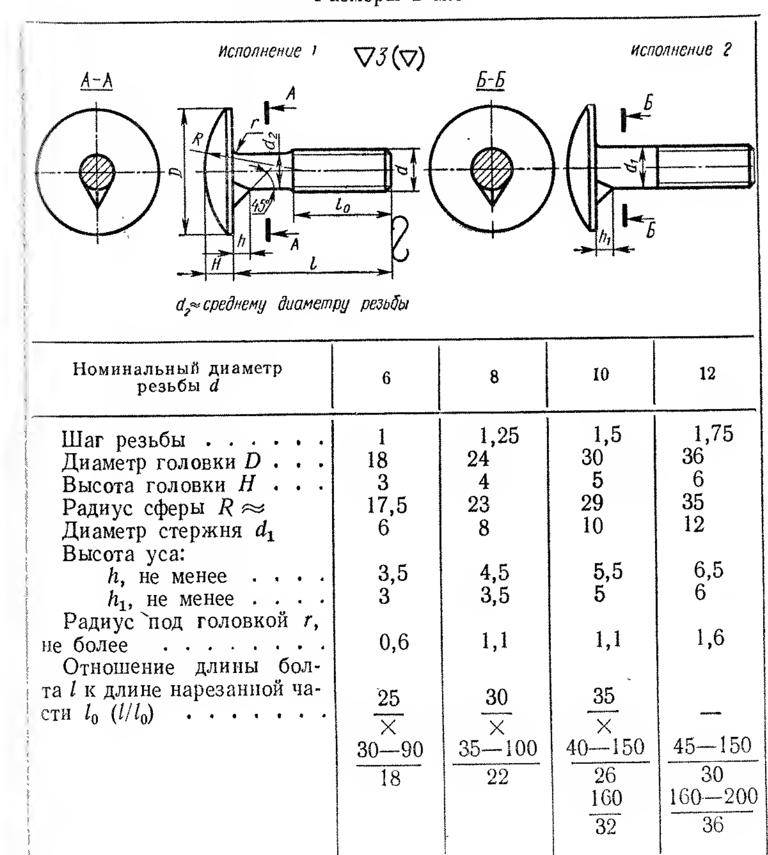
3. Резьба — по ГОСТу 9150—59, поле допуска $8g$ — по ГОСТу 16093—70.

4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70. Механические свойства болтов должны соответствовать классам прочности 3.6; 4.6 и 5.6.

Таблица 86

Болты с большой полукруглой головкой и усом (грубой точности) (по ГОСТу 7803—72)

Размеры в мм



Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12
Шаг резьбы	1	1,25	1,5	1,75
Диаметр головки D	18	24	30	36
Высота головки H	3	4	5	6
Радиус сферы $R \approx$	17,5	23	29	35
Диаметр стержня d_1	6	8	10	12
Высота уса:				
h, не менее	3,5	4,5	5,5	6,5
h_1, не менее	3	3,5	5	6
Радиус под головкой r, не более	0,6	1,1	1,1	1,6
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	25 × 30—90 18	30 × 35—100 22	35 × 40—150 26 160 32	— 45—150 30 160—200 36

Ряд длин болтов l: 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200.

Примечания: 1. Знаком «×» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.

2. Резьба — по ГОСТу 9150—59, поле допуска $8g$ — по ГОСТу 16093—70.

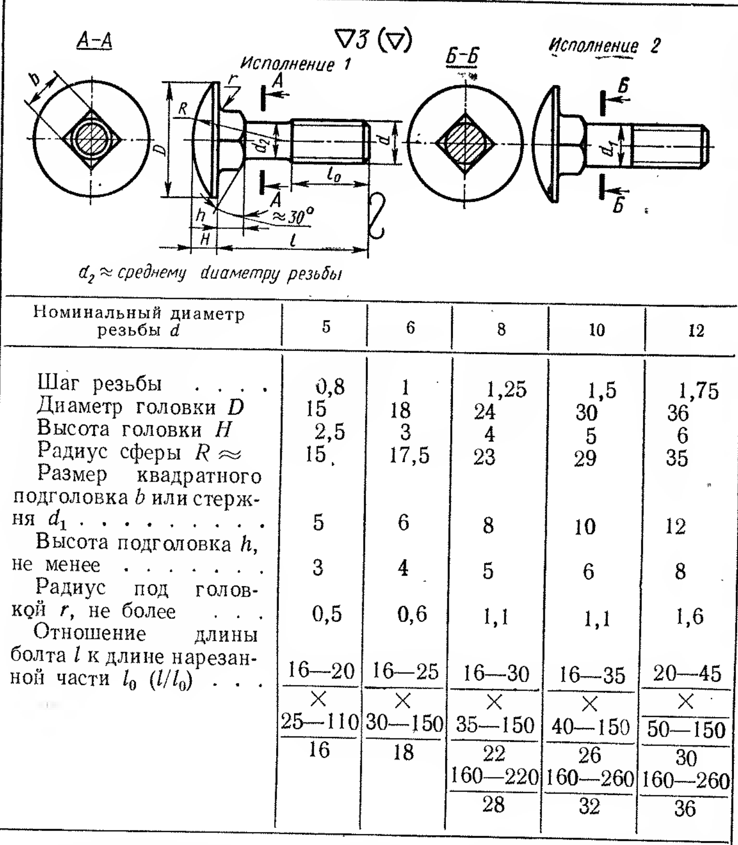
3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70. Механические свойства болтов должны соответствовать классам прочности 3.6; 4.6 и 5.6.

Таблица 87

Болты с большой полукруглой головкой и квадратным подголовком (грубой точности)

(по ГОСТу 7804—72)

Размеры в мм



Номинальный диаметр резьбы d	5	6	8	10	12
Шаг резьбы	0,8	1	1,25	1,5	1,75
Диаметр головки D	15	18	24	30	36
Высота головки H	2,5	3	4	5	6
Радиус сферы $R \approx$	15	17,5	23	29	35
Размер квадратного подголовка b или стержня d_1	5	6	8	10	12
Высота подголовка h, не менее	3	4	5	6	8
Радиус под головкой r, не более	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	16—20 × 25—110 16	16—25 × 30—150 18	16—30 × 35—150 22 160—220 28	16—35 × 40—150 26 160—260 32	20—45 × 50—150 30 160—260 36

Ряд длин болтов l: 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260.

Примечания: 1. Знаком «×» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.

2. Резьба — по ГОСТу 9150—59, поле допуска $8g$ — по ГОСТу 16093—70.

3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70. Механические свойства болтов должны соответствовать классам прочности 3.6; 4.6 и 5.6.

Таблица 88

Болты с потайной головкой и усом (грубой точности) (по ГОСТу 7785—72)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	(14)	16	20	(22)	24
Шаг резьбы	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	3
Диаметр головки D	11	14	18	23	25	28	35	38	42
Высота головки H, не более	3	3,6	4,8	6,5	6,7	7,5	9,0	10,0	11,0
Высота уса h, не менее	1,0	1,4	1,8	2,0	2,5	2,8	3,5	3,8	4,2
Ширина уса b	2,5	2,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	6,0	6,0
Диаметр стержня d_1	6	8	10	12	14	16	20	22	24
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	25 × 30—50 18	30 × 35—60 22	30—35 × 40—120 26	30—40 × 45—140 30	35—50 × 55—150 34 160 40	35—55 × 60—150 38 160—200 44	55—65 × 70—150 46 160—200 52	65—70 × 75—150 50 160—200 56	75 × 80—150 54 160—200 60

Ряд длин l: 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200.

Примечания: 1. Размеры болтов, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

2. Резьба — по ГОСТу 9150—59, поле допуска $8g$ — по ГОСТу 16093—70.

3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70. Механические свойства болтов должны соответствовать классам прочности 3.6; 4.6; 4.8; 5.6 и 5.8.

4. Знаком «×» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.

18 Заказ 1011

Таблица 89

Болты с потайной головкой и квадратным подголовком (грубой точности)

(по ГОСТу 7786—72)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	5	6	8	10	12	16	20	(22)	24
Шаг резьбы	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	2,5	3
Диаметр головки D	9	11	14	18	23	28	35	38	42
Высота головки и подголовка H	4	5	6	8	10	12	15	18	20
Высота головки без подголовка h	2,5	3,0	3,6	4,8	6,5	7,5	9,0	10,0	11,0
Размер квадратного подголовка b или стержня d_1	5	6	8	10	12	16	20	22	24
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	20 × 25—45 / 16	25 × 30—50 / 18	25—30 × 35—60 / 22	30—40 × 45—80 / 26	30—45 × 50—120 / 30	45—55 × 60—150 / 38 160—200 / 44	55—65 × 70—150 / 46 160—200 / 52	70—75 × 80—150 / 50 160—200 / 56	75—90 × 100—150 / 54 160—200 / 60

Ряд длин l: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200.

Примечания: 1. Размер болта, заключенный в скобки, применять не рекомендуется.

2. Знаком «×» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.

3. Резьба — по ГОСТу 9150—59, поле допуска 8g — по ГОСТу 16093—70.

4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70. Механические свойства болтов должны соответствовать классам прочности 3.6; 4.6; 4.8; 5.6 и 5.8.

Таблица 90

Болты с увеличенной потайной головкой и квадратным подголовком (грубой точности)

(по ГОСТу 17673—72)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	5	6	8	10	12	16
Шаг резьбы	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2
Диаметр головки D	11	14	18	23	28	35
Высота головки и подголовка H	6	7	9	11	13	16
Высота головки без подголовка h	2,2	2,8	3,5	4,5	5,6	7,0
Размер квадратного подголовка b или стержня d_1	5	6	8	10	12	16
Отношение длины болта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	20 × 25—45 / 16	25 × 30—50 / 18	25—30 × 35—60 / 22	30—40 × 45—80 / 26	30—45 × 50—120 / 30	55—65 × 70—150 / 46 160—200 / 52

Ряд длин l: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200.

Примечания: 1. Знаком «×» отмечены болты с резьбой по всей длине стержня.

2. Резьба — по ГОСТу 9150—59, поле допуска 8g — по ГОСТу 16093—70.

3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70. Механические свойства болтов должны соответствовать классам прочности 3.6; 4.6 и 5.6.

Таблица 91

Болты шинные (грубой точности) (по ГОСТу 7787—72)

Размеры в мм

∇3 (∇) - для болтов $d \leq 12$ мм

∇2 (∇) - для болтов $d > 12$ мм

Исполнение 1 / Исполнение 2

$d_2 \approx$ среднему диаметру резьбы

Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	16
Шаг резьбы	1	1,25	1,5	1,75	2
Диаметр головки D	11	14	17	21	28
Высота головки H, не более	7,5	9	10,5	13,5	18
Диаметр стержня d_1	6	8	10	12	16
Длина резьбы l_0	18	22	26	30	38
Длина болта l (от—до)	40—70	45—110	50—150	60—150	80—150

Ряд длин l: 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150.

Примечания: 1. Резьба — по ГОСТу 9150—59, поле допуска 8g — по ГОСТу 16093—70.

2. Технические требования — по ГОСТу 1759—70. Механические свойства болтов должны соответствовать классам прочности 3.6; 4.6 и 4.8.

Таблица 92

Винты с цилиндрической головкой (нормальной точности) (по ГОСТу 1491—72)

Размеры в мм

∇4 (∇)

Исполнение 1 / Исполнение 2

$d_2 \approx$ среднему диаметру резьбы

Номинальный диаметр резьбы d	1	1,2	(1,4)	1,6	2	2,5	3	4
Шаг резьбы:								
крупный	0,25	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,7
мелкий	—	—	—	—	—	—	—	—
Диаметр стержня d_1	—	—	1,4	1,6	2	2,5	3	4
Диаметр головки D	2,0	2,3	2,6	3,0	3,8	4,5	5,5	7,0
Ширина шлица b	0,32	0,32	0,32	0,5	0,5	0,5	0,8	1,0
Глубина шлица h	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,4
Высота головки H	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,7	2	2,8
Радиус под головкой r	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,35
Отношение длины винта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	$\frac{1,5-5}{\times}$	$\frac{2-7}{\times}$	$\frac{2-9}{\times}$ $\frac{10-11}{8}$	$\frac{2-13}{\times}$ $\frac{14}{9}$	$\frac{2,5-13}{\times}$ $\frac{14-18}{10}$	$\frac{3-13}{\times}$ $\frac{14-25}{11}$	$\frac{3-14}{\times}$ $\frac{16-70}{12}$	$\frac{4-16}{\times}$ $\frac{18-70}{14}$

Продолжение табл. 92

Номинальный диаметр резьбы d	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20
Шаг резьбы:									
крупный	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
мелкий	—	—	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5
Диаметр стержня d_1	5	6	8	10	12	14	16	18	20
Диаметр головки D	8,5	10,0	13,0	16,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0
Ширина шлица b	1,2	1,6	2	2,5	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0
Глубина шлица h	1,7	2	2,5	3	3,5	3,5	4,0	4,5	4,5
Высота головки H	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
Радиус под головкой r	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6	1,6	2,2
Отношение длины винта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)	6—18 / × 20—70 / 16	8—20 / × 22—70 / 18	12—25 / × 28—70 / 22	18—30 / × 32—70 / 26	22—32 / × 35—85 / 30	25—38 / × 40—90 / 34	30—42 / × 45—95 / 38	35—48 / × 50—110 / 42	40—50 / × 55—120 / 46

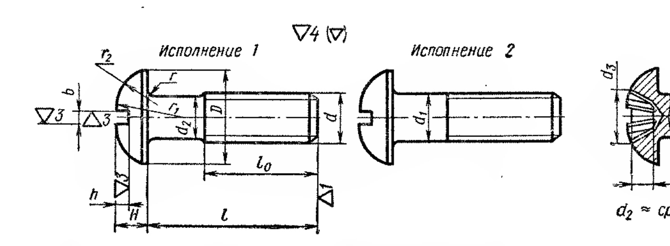
Ряд длин винтов l: (1,5), 2, (2,5), 3, (3,5), 4, 5, 6, (7), 8, 9, 10, 11, 12, (13), 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, (42), 45, (48), 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, 110, 120.

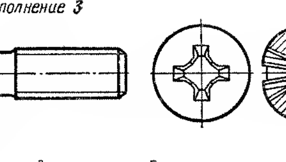
Примечания: 1. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.
2. Знаком «×» отмечены винты с резьбой по всей длине.
3. Резьбы — по ГОСТу 9150—59; допуски резьб — по ГОСТу 16093—70.
4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 93

Винты с полукруглой головкой (нормальной точности) (по ГОСТу 17473—72)

Размеры в мм





Номинальный диаметр резьбы d		1	1,2	(1,4)	1,6	2	2,5	3	4
Шаг резьбы:									
крупный		0,25	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,7
мелкий		—	—	—	—	—	—	—	—
Диаметр стержня d_1		—	—	1,4	1,6	2	2,5	3	4
Диаметр головки D		2	2,3	2,6	3,0	3,8	4,5	5,5	7,0
Высота головки H		0,7	0,8	0,95	1,1	1,4	1,7	2,1	2,8
Радиус под головкой r		0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,35
Радиус:									
сферы r_1 ≈		1,6	1,9	2,2	2,6	3,2	4	4,8	6,4
головки r_2 ≈		0,8	0,95	1,1	1,3	1,6	2	2,4	3,2
Исполнения 1 и 2	Ширина шлица b	0,32	0,32	0,32	0,5	0,5	0,5	0,8	1,0
	Глубина шлица h	0,4	0,4	0,5	0,6	0,9	1,1	1,2	1,8

Продолжение табл. 93

Номинальный диаметр резьбы d		1	1,2	(1,4)	1,6	2	2,5	3	4
Исполнения 3 и 4	Номер крестообразного шлица	—	—	—	—	0	1	1	2
	Глубина крестообразного шлица h_1	—	—	—	—	1,2	1,3	1,7	2,2
	Диаметр крестообразного шлица (справочный) d_3	—	—	—	—	2	2,6	3	4,6
Отношение длины винта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)		1,5—5 / ×	2—7 / ×	2—9 / × / 10—11 / 8	2—13 / × / 14 / 9	3—13 / × / 14—18 / 10	3—13 / × / 14—25 / 11	3—14 / × / 16—70 / 12	4—16 / × / 18—70 / 14

Номинальный диаметр резьбы d		5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20
Шаг резьбы: крупный		0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
мелкий		—	—	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5
Диаметр стержня d_1		5	6	8	10	12	14	16	18	20
Диаметр головки D		8,5	10	13	16	18	21	24	27	30
Высота головки H		3,5	4,2	5,6	7	8	9,5	11	12,0	14
Радиус под головкой r		0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6	1,6	2,2
Радиус: сферы $r_1 \approx$		8	9,6	12,8	16	19	25	26	28	32
головки $r_2 \approx$		4	4,8	6,4	8	9,5	11	13	14,5	16
Исполнения 1 и 2	Ширина шлица b	1,2	1,6	2	2,5	3	3	4	4	4
	Глубина шлица h	2,3	2,5	3,5	4	4,2	4,5	5	5,5	6
Исполнения 3 и 4	Номер крестообразного шлица	2	3	3	4	4	—	—	—	—
	Глубина крестообразного шлица h_1	2,8	3,2	4,6	5,6	6,8	—	—	—	—
	Диаметр крестообразного шлица (справочный) d_3	5,2	7	8,2	10,6	11,8	—	—	—	—
Отношение длины винта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)		6—18 / × / 20—70 / 16	8—20 / × / 22—70 / 18	12—25 / × / 28—70 / 22	18—30 / × / 32—70 / 26	22—32 / × / 35—85 / 30	25—38 / × / 40—90 / 34	30—42 / × / 45—95 / 38	35—48 / × / 50—110 / 42	40—50 / × / 55—120 / 46

Ряд длин болтов l: (1,5), 2, (2,5), 3, (3,5), 4, 5, 6, (7), 8, 9, 10, 11, 12, (13), 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32,) 35, (38), 40, (42), 45, (48), 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, 110, 120.

Примечания: 1. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

2. Знаком «×» отмечены винты с резьбой по всей длине.

3. Резьбы — по ГОСТу 9150—59; допуски резьб — по ГОСТу 16093—70.

4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 94

Винты с полупотайной головкой (нормальной точности) (по ГОСТу 17474—72)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d		1	1,2	(1,4)	1,6	2	2,5	3	4
Шаг резьбы: крупный		0,25	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,7
мелкий		—	—	—	—	—	—	—	—
Диаметр стержня d_1		—	—	—	1,6	2	2,5	3	4
Диаметр головки D		1,9	2,3	2,6	3,0	3,8	4,7	5,6	7,4
Высота головки H, не более		0,85	1,0	1,15	1,3	1,7	2,15	2,5	3,4
Высота сферы H_1		0,35	0,4	0,45	0,5	0,7	0,9	1	1,4
Радиус под головкой r		0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,35
Радиус сферы головки r_1		1,6	1,9	2,2	2,6	3,2	4,0	4,5	6,0
Исполнения 1 и 2	Ширина шлица b	0,32	0,32	0,32	0,5	0,5	0,5	0,8	1,0
	Глубина шлица h	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4
Исполнения 3 и 4	Номер крестообразного шлица	—	—	—	—	0	1	1	2
	Глубина крестообразного шлица h_1	—	—	—	—	1,4	1,7	2	2,7
	Диаметр крестообразного шлица (справочный) d_3	—	—	—	—	2,2	3	3,4	5
Отношение длины винта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)		2—5 / ×	2,5—7 / ×	3—11 / ×	3—13 / × / 14 / 9	3—13 / × / 14—18 / 10	4—14 / × / 16—25 / 11	4—16 / × / 18—30 / 12	7—18 / × / 20—35 / 14

Номинальный диаметр резьбы d	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20
Шаг резьбы: крупный	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
мелкий	—	—	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5
Диаметр стержня d_1	5	6	8	10	12	14	16	18	20
Диаметр головки D	9,2	11,0	14,5	18,0	21,5	25	28,5	32,5	36
Высота головки H, не более	4,3	5,1	6,8	8,5	9,5	11	12	13,5	15
Высота сферы H_1	1,8	2,1	2,8	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Радиус под головкой r	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6	1,6	2,2
Радиус сферы головки r_1	7,0	8,5	11,5	14,0	19	22	26	28	32

Продолжение табл. 94

Номинальный диаметр резьбы d		5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20
Исполнения 1 и 2	Ширина шлица b Глубина шлица h	1,2 1,8	1,6 2,2	2 2,8	2,5 3,5	3 4	3 4,5	[illegible] 4,5	4 5,5	4 6
Исполнения 3 и 4	Номер крестообразного шлица	2	3	3	4	4	—	—	—	—
	Глубина крестообразного шлица h_1	3,2	4	5,6	6,8	8,8				
	Диаметр крестообразного шлица (справочный) d_3	5,5	7,8	9,4	11,9	14,9				
Отношение длины винта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)		8—20 × 22—45 16	8—22 × 25—55 18	12—30 × 32—65 22	18—35 × 38—65 26	22—40 × 42—85 30	25—45 × 48—90 34	30—55 × 60—95 38	35—55 × 60—110 42	40—60 × 65—120 46

Ряд длин болтов l: 2, (2,5), 3, (3,5), 4, 5, 6, (7), 8, 9, 10, 11, 12, (13), 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, (42), 45, (48), 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, 110, 120.

Примечания: 1. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

2. Знаком «×» отмечены винты с резьбой по всей длине.

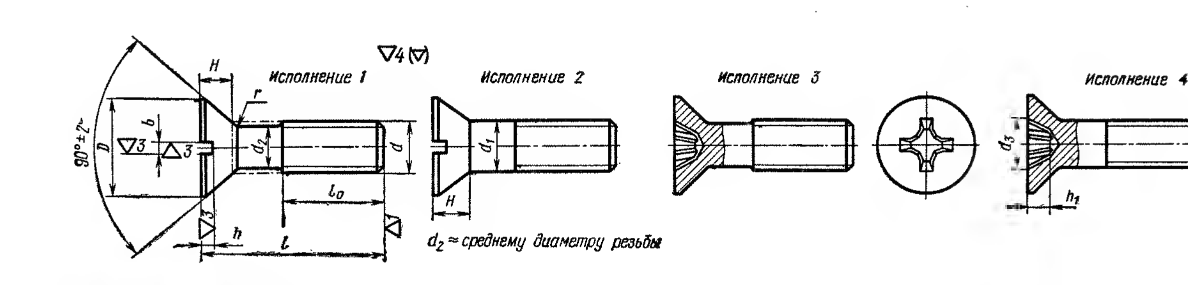
3. Резьбы — по ГОСТу 9150—59; допуски резьб — по ГОСТу 16093—70.

4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 95

Винты с потайной головкой (нормальной точности) (по ГОСТу 17475—72)

Размеры в мм



Номинальный диаметр резьбы d		1	1,2	(1,4)	1,6	2	2,5	3	4
Шаг резьбы: крупный		0,25	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,7
мелкий		—	—	—	—	—	—	—	—
Диаметр стержня d_1		—	—	—	1,6	2	2,5	3	4
Диаметр головки D		1,9	2,3	2,6	3,0	3,8	4,7	5,6	7,4
Высота головки H, не более		0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,25	1,5	2
Радиус под головкой r		0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,35
Исполнения 1 и 2	Ширина шлица b	0,32	0,32	0,32	0,5	0,5	0,5	0,8	1,0
	Глубина шлица h	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1

Продолжение табл. 95

Номинальный диаметр резьбы d		1	1,2	(1,4)	1,6	2	2,5	3	4
Испол-нения 3 и 4	Номер крестообразного шлица	—	—	—	—	0	1	1	2
	Глубина крестообразного шлица h_1	—	—	—	—	0,95	1,2	1,4	1,8
	Диаметр крестообразного шлица (справочный) d_3	—	—	—	—	1,75	2,45	2,7	4,1
Отношение длины винта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)		2—5 / ×	3—7 / ×	3—11 / ×	3—13 / ×; 14 / 9	3—13 / ×; 14—18 / 10	3,5—14 / ×; 16—25 / 11	3,5—16 / ×; 18—70 / 12	7—18 / ×; 20—70 / 14

Номинальный диаметр резьбы d		5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20
Шаг резьбы: крупный		0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
мелкий		—	—	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5
Диаметр стержня d_1		9,2	6	8	10	12	14	16	18	20
Диаметр головки D		10	11,0	14,5	18,0	21,5	25,0	28,5	32,5	36,0
Высота головки H, не более		2,5	3	4	5	5,5	6,5	7	8	9
Радиус под головкой r		0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6	1,6	2,2
Испол-нения 1 и 2	Ширина шлица b	1,2	1,6	2	2,5	3	3	4	4	4
	Глубина шлица h	1,2	1,5	2,0	2,5	2,5	3	3,5	4,0	4,0
Испол-нения 3 и 4	Номер крестообразного шлица	2	3	3	4	4	—	—	—	—
	Глубина крестообразного шлица h_1	2,3	2,7	3,7	4,6	5,1	—	—	—	—
	Диаметр крестообразного шлица (справочный) d_3	4,6	6,5	7,5	9,7	10,2	—	—	—	—
Отношение длины винта l к длине нарезанной части l_0 (l/l_0)		8—20 / ×; 22—70 / 16	8—22 / ×; 25—70 / 18	12—30 / ×; 32—70 / 22	20—35 / ×; 38—70 / 24	22—40 / ×; 42—85 / 30	25—45 / ×; 48—90 / 34	30—50 / ×; 55—95 / 38	35—55 / ×; 60—110 / 42	40—60 / ×; 65—120 / 46

Ряд длин винтов l: 2, (2,5), 3, (3,5), 4, 5, 6, (7), 8, 9, 10, 11, 12, (13), 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, (42), 45, (48), 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, 110, 120.

Примечания: 1. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

2. Знаком «×» отмечены винты с резьбой по всей длине.

3. Резьбы — по ГОСТу 9150—59; допуски резьб — по ГОСТу 16093—70.

4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 96

Винты установочные с цилиндрической головкой:
с цилиндрическим концом (ГОСТ 10975—64);
с коническим концом (ГОСТ 10976—64)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10
Шаг резьбы: крупный	0,35	0,4	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5
мелкий	—	—	—	—	—	—	—	1	1,25
Диаметр головки D	3	3,5	4,5	5	7	8,5	10	12,5	15
Высота головки H	1,2	1,4	1,7	2	2,8	3,5	4	5	6
Высота головки H_1	—	—	—	—	3,5	4,5	5,5	6,5	8
Ширина шлица b	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5

Продолжение табл. 96

Номинальный диаметр резьбы d	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10
Глубина шлица h	0,6	0,7	0,9	1	1,4	1,7	2	2,5	3
Расстояние до оси отверстия h_1	—	—	—	—	1,2	1,4	1,6	2	2,5
Диаметр отверстия в головке d_2	—	—	—	—	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5
Радиус r, не более	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
Диаметр нажимного конца d_1	1	1,2	1,7	2	2,5	3,5	4,5	6	7
Длина нажимного конца l_1	1,2	1,2	1,8	2,2	2,5	2,5	3	4	4,5
Длина нажимного конца l_2	—	—	—	—	—	—	2,5	3	4
Длина винтов l (от—до)	3—6	3—6	4—8	4—10	6—10	6—16	8—20	10—20	12—25

Ряд длин винтов l: 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25.

Примечания: 1. Резьбы — по ГОСТу 9150—59; допуски резьб — по ГОСТу 16093—70.

2. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 97

Винты установочные с цилиндрической головкой и засверленным концом (по ГОСТу 10977—64)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	3	4	5	6	8	10	12
Шаг резьбы:							
крупный	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75
мелкий	—	—	—	—	1	1,25	1,25
Диаметр головки D	5	7	8,5	10	12,5	15	18
Высота головки H	2	2,8	3,5	4	5	6	7
Высота головки H_1	—	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10
Ширина шлица b	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3
Глубина шлица h	1	1,4	1,7	2	2,5	3	3,5
Расстояние до оси отверстия h_1	—	1,2	1,4	1,6	2	2,5	3,5
Диаметр отверстия в головке d_2	—	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5
Радиус r, не более	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8
Диаметр внутреннего конуса d_1	2	3	3	4	5	7	9
Величина фаски c	0,5	0,5	1	1	1,5	1,5	1,5
Длина винта l (от—до)	5—12	6—16	8—20	8—20	10—25	12—25	12—30

Ряд длин винтов l: 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30.

Примечания: 1. Резьбы — по ГОСТу 9150—59; допуски резьб — по ГОСТу 16093—70.

2. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 98

Винты установочные: с коническим концом (ГОСТ 1476—64); с плоским концом (ГОСТ 1477—64)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
Шаг резьбы:												
крупный	0,25	0,25	0,35	0,4	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75
мелкий	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,25	1,25
Длина нажимного конца l_1	—	—	—	—	—	—	—	—	2,5	3	4	5
Ширина шлица b	0,2	0,25	0,32	0,32	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2
Глубина шлица h	0,6	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,8	2	2,5	3	3,5
Радиус сферы $R \approx$	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
Величина фаски $c \approx$	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	1	1	1,5	1,5	1,5
Длина винтов l (от—до)	2—4	2—4	2—6	3—10	3—14	4—16	4—20	5—25	6—30	8—40	10—50	12—50

Ряд длин винтов l: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50.

Примечания: 1. Резьбы — по ГОСТу 9150—59; допуски резьб — по ГОСТу 16093—70.
2. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 99

Винты установочные: с цилиндрическим концом (ГОСТ 1478—64); с засверленным концом (ГОСТ 1479—64)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	3	4	5	6	8	10	12
Шаг резьбы:							
крупный	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75
мелкий	—	—	—	—	1	1,25	1,25
Диаметр нажимного конца d_1	—	—	3,5	4,5	6	7	9
Длина нажимного конца l_1	—	—	2,5	3	4	4,5	6
Диаметр внутреннего конуса d_2	2	3	3	4	5	7	9
Ширина шлица b	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2
Глубина шлица h	1,2	1,4	1,8	2	2,5	3	3,5
Радиус сферы $R\approx$	3	4	5	6	8	10	12
Величина фаски $c\approx$	0,5	0,5	1	1	1,5	1,5	1,5
Радиус r, не более	—	—	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
Длина винтов l (от—до)	4—16	4—20	6—25	8—30	10—40	12—50	14—50

Ряд длин винтов l: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50.

Примечания: 1. Резьбы — по ГОСТу 9150—59; допуски резьб — по ГОСТу 16093—70.
2. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 100

Винты установочные с шестигранной головкой: с цилиндрическим концом (ГОСТ 1481—64); со ступенчатым концом (ГОСТ 1483—64)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	16	20
Шаг резьбы:						
крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5
мелкий	—	1	1,25	1,25	1,5	1,5
Размер «под ключ» S	8	10	12	14	17	22
Высота головки H	5	6	7	9	11	14
Диаметр описанной окружности D	9,2	11,5	13,8	16,2	19,6	25,4
Радиус r, не более	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	1
Диаметр нажимного конца d_1	4,5	6	7	9	12	15
Длина нажимного конца l_1	3	4	4,5	6	7,5	7,5
Длина конической части нажимного конца l_2	2	2,5	3	3,5	4	5
Длина винтов l (от—до)	12—35	14—40	16—50	20—60	25—80	35—100

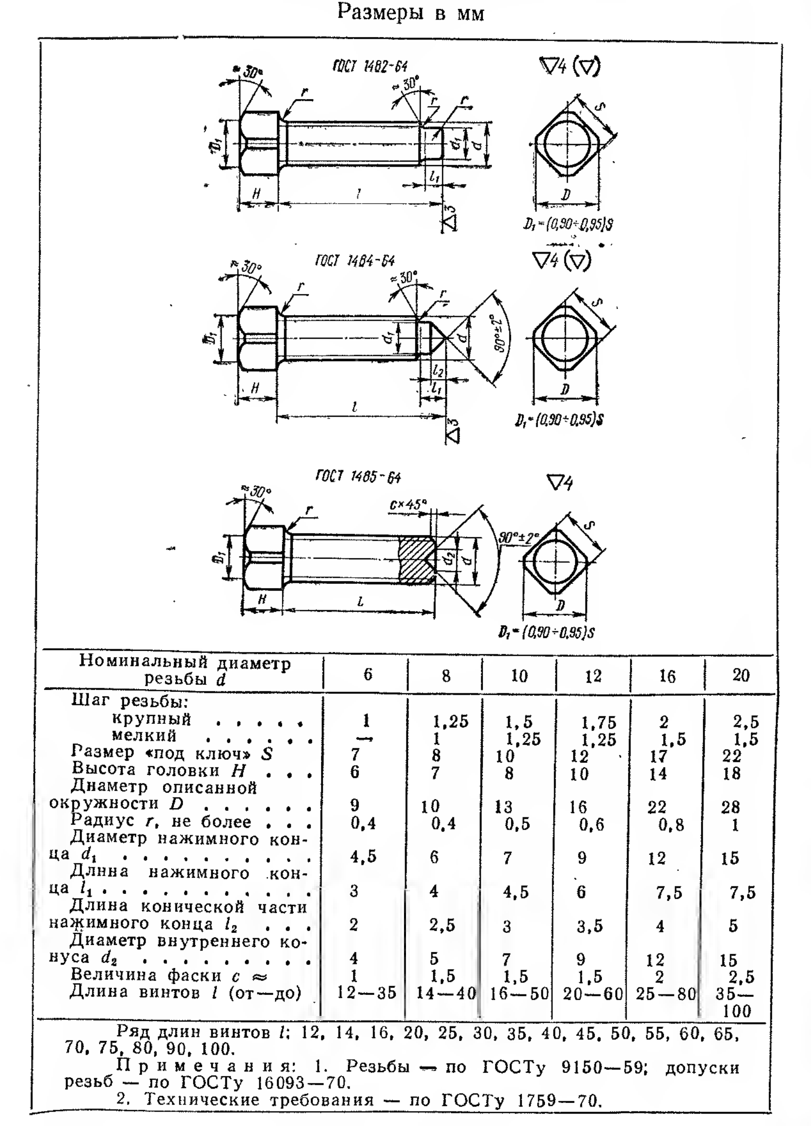
Ряд длин винтов l: 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100.

Примечания: 1. Резьбы — по ГОСТу 9150—59; допуски резьб — по ГОСТу 16093—70.
2. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 101

Винты установочные с квадратной головкой:
с цилиндрическим концом (ГОСТ 1482—64);
со ступенчатым концом (ГОСТ 1484—64);
с засверленным концом (ГОСТ 1485—64)

Размеры в мм



Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	16	20
Шаг резьбы:						
крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5
мелкий	—	1	1,25	1,25	1,5	1,5
Размер «под ключ» S	7	8	10	12	17	22
Высота головки H	6	7	8	10	14	18
Диаметр описанной окружности D	9	10	13	16	22	28
Радиус r, не более	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	1
Диаметр нажимного конца d_1	4,5	6	7	9	12	15
Длина нажимного конца l_1	3	4	4,5	6	7,5	7,5
Длина конической части нажимного конца l_2	2	2,5	3	3,5	4	5
Диаметр внутреннего конуса d_2	4	5	7	9	12	15
Величина фаски $c \approx$	1	1,5	1,5	1,5	2	2,5
Длина винтов l (от—до)	12—35	14—40	16—50	20—60	25—80	35—100

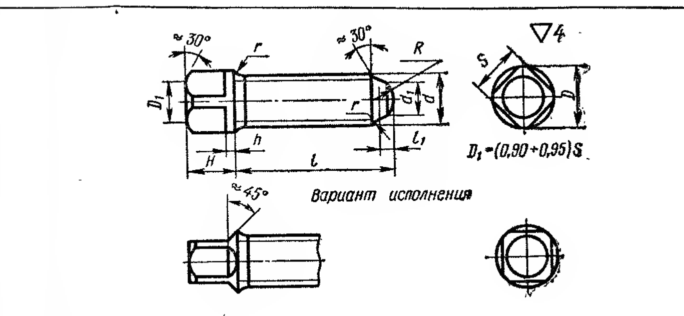
Ряд длин винтов l: 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100.

Примечания: 1. Резьбы — по ГОСТу 9150—59; допуски резьб — по ГОСТу 16093—70.
2. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 102

Винты установочные с квадратной головкой и закругленным концом (по ГОСТу 1486—64)

Размеры в мм



Номинальный диаметр резьбы d	8	10	12	16	20
Шаг резьбы:					
крупный	1,25	1,5	1,75	2	2,5
мелкий	1	1,25	1,25	1,5	1,5
Размер «под ключ» S	8	10	12	17	22
Высота головки H	9	11	13	18	23
Диаметр описанной окружности D	10	13	16	22	28
Высота буртика h	2	3	3	4	5
Радиус r, не более	0,4	0,5	0,6	0,8	1
Диаметр нажимного конца d_1	6	7	9	12	15
Длина нажимного конца l_1	3,5	4	5	6	7
Радиус сферы $R \approx$	6	7	9	12	15
Длина винтов l (от—до)	14—40	16—50	20—60	25—80	40—100

Ряд длин l: 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100.

Примечания: 1. Резьбы — по ГОСТу 9150—59; допуски резьб — по ГОСТу 16093—70.
2. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 103

Винты установочные с шестигранным углублением «под ключ»: с коническим концом (ГОСТ 8878—64); с плоским концом (ГОСТ 11074—64); с цилиндрическим концом (ГОСТ 11075—64) Размеры в мм

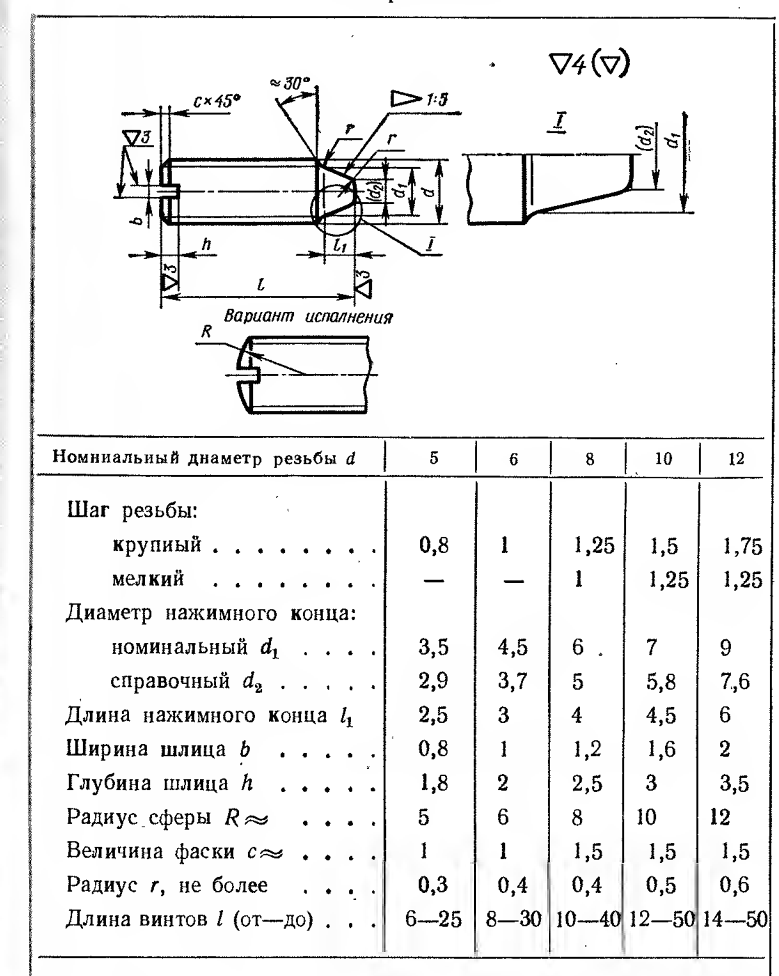
Номинальный диаметр резьбы d	10	12	16	20	24
Шаг резьбы:					
крупный	1,5	1,75	2	2,5	3
мелкий	1,25	1,25	1,5	1,5	2
Размер «под ключ» S	5	6	8	10	12
Диаметр описанной окружности D	5,8	6,9	9,2	11,5	13,8
Диаметр фаски D_1	6	7	9,5	12	14
Величина шестигранного углублеиия h . . .	5	7	9	11	13
Глубина сверления h_1, не более	6	8	10	13	15
Радиус дна шестигранного углубления R	4	4,75	6,5	8,5	9,5
Величина фаски $c \approx$	1,5	1,5	2	2,5	2,5
Длина нажимного конца l_1	4	5	6	8	10
Диаметр нажимного конца d_1	7	9	12	15	18
Длина нажимного конца l_2	4,5	6,0	7,5	7,5	9,0
Длина винтов l (от—до)	10—70	12—80	16—90	20—100	25—100

Ряд длин винтов l: 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60,65, 70, 75, 80, 90, 100.

Примечания: 1. Резьбы—по ГОСТу 9150—59; допуски резьб — по ГОСТу 16093—70. 2. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 104

Винты установочные с фиксирующим коническим концом
(по ГОСТу 11073—64)
Размеры в мм



Номинальный диаметр резьбы d	5	6	8	10	12
Шаг резьбы:					
крупный	0,8	1	1,25	1,5	1,75
мелкий	—	—	1	1,25	1,25
Диаметр нажимного конца:					
номинальный d_1	3,5	4,5	6	7	9
справочный d_2	2,9	3,7	5	5,8	7,6
Длина нажимного конца l_1	2,5	3	4	4,5	6
Ширина шлица b	0,8	1	1,2	1,6	2
Глубина шлица h	1,8	2	2,5	3	3,5
Радиус сферы $R \approx$	5	6	8	10	12
Величина фаски $c \approx$	1	1	1,5	1,5	1,5
Радиус r, не более	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
Длина винтов l (от—до) . . .	6—25	8—30	10—40	12—50	14—50

Ряд длин винтов l: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50.

Примечания: 1. Резьбы — по ГОСТу 9150—59; допуски резьб — по ГОСТу 16093—70.
2. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 105

Гайки шестигранные: нормальной точности (ГОСТ 5915—70); **высокие** (нормальной точности) (ГОСТ 15523—70); особо **высокие** (нормальной точности) (ГОСТ 15525—70); **низкие** (нормальной точности) (ГОСТ 5916—70)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы:															
крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
мелкий	—	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	3	3
Размер «под ключ» S	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	55	65	75
Диаметр описанной окружности D, не менее	10,9	14,2	18,7	20,9	24,3	26,5	29,9	33,3	35,0	39,6	45,2	50,9	60,8	72,1	83,4
Высота H (для гаек по ГОСТу 5915—70)	5	6,5	8	10	11	13	15	16	18	19	22	24	29	34	38
Высота H_1 (для гаек по ГОСТу 15523—70)	7,5	9,0	12	15	17	19	22	24	26	28	32	36	42	50	58
Высота H_2 (для гаек по ГОСТу 15525—70)	—	12	15	18	21	24	27	30	32	36	40	45	54	63	71
Высота H_3 (для гаек по ГОСТу 5916—70)	—	5	6	7	8	8	9	9	10	10	12	12	14	16	18

Примечания: 1. Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.
2. Резьба — по ГОСТу 9150—59; допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.
3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 106

Гайки шестигранные: с уменьшенным размером «под ключ» (нормальной точности) (ГОСТ 15521—70); **низкие с уменьшенным размером «под ключ»** (нормальной точности) (ГОСТ 15522—70)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы:														
крупный	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
мелкий	—	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	3	3
Размер «под ключ» S	12	14	17	19	22	24	27	30	32	36	41	50	60	70
Диаметр описанной окружности D, не менее	13,1	15,3	18,7	20,9	24,3	26,5	29,9	33,3	35,0	39,6	45,2	55,4	66,4	77,7
Высота H (для гаек по ГОСТу 15521—70)	6,5	8	10	11	13	15	16	18	19	22	24	29	34	38
Высота H_1 (для гаек по ГОСТу 15522—70)	5	6	7	8	8	9	9	10	10	12	12	14	16	18

Примечания: 1. Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.
2. Резьба — по ГОСТу 9150—59; допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.
3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 107

Гайки шестигранные: повышенной точности (ГОСТ 5927—70); **высокие** (повышенной точности) (ГОСТ 15524—70); **особо высокие** (повышенной точности) (ГОСТ 5931—70); **низкие** (повышенной точности) (ГОСТ 5929—70)

Размеры в мм

ГОСТ 5927-70 — $D_1 = (0{,}90 \div 0{,}95)S$; ГОСТ 5929-70 — $D_1 = (0{,}90 \div 0{,}95)S$; ГОСТ 15524-70 — $D_1 = (0{,}90 \div 0{,}95)S$; ГОСТ 5931-70 — $D_1 = (0{,}90 \div 0{,}95)S$

Номинальный диаметр резьбы d	(1)	(1,4)	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10
Шаг резьбы:											
крупный	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5
мелкий	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,25
Размер «под ключ» S	3,2	3,2	3,2	4	5	5,5	7	8	10	13	17
Диаметр описанной окружности D, не менее	3,4	3,4	3,4	4,4	5,5	6	7,7	8,8	11,0	14,4	18,9
Высота H (для гаек по ГОСТу 5927—70)	1,0	1,0	1,3	1,6	2	2,4	3,2	4	5	6,5	8
Высота H_1 (для гаек по ГОСТу 15524—70)	—	—	—	—	—	3,6	4,8	6	7,5	9,0	12
Высота H_2 (для гаек по ГОСТу 5931—70)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	15
Высота H_3 (для гаек по ГОСТу 5929—70)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	6

Продолжение табл. 107

Номинальный диаметр резьбы d	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы:												
крупный	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
мелкий	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	3	3
Размер «под ключ» S	19	22	24	27	30	32	36	41	46	55	65	75
Диаметр описанной окружности D, не менее	21,1	24,5	26,8	30,2	33,6	35,8	40,3	45,9	51,6	61,7	73,0	84,3
Высота H (для гаек по ГОСТу 5927—70)	10	11	13	15	16	18	19	22	24	29	34	38
Высота H_1 (для гаек по ГОСТу 15524—70)	15	17	19	22	24	26	28	32	36	42	50	58
Высота H_2 (для гаек по ГОСТу 5931—70)	18	21	24	27	30	32	36	40	45	54	63	71
Высота H_3 (для гаек по ГОСТу 5929—70)	7	8	8	9	9	10	10	12	12	14	16	18

Примечания: 1. Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

2. Резьба — по ГОСТу 9150—59; допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.

3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 108

Гайки шестигранные: с уменьшенным размером «под ключ» (повышенной точности) (ГОСТ 2524—70);
низкие с уменьшенным размером «под ключ» (повышенной точности) (ГОСТ 2526—70)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы:														
крупный	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
мелкий	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	3	3
Размер «под ключ» S	12	14	17	19	22	24	27	30	32	36	41	50	60	70
Диаметр описанной окружности D, не менее	13,2	15,5	18,9	21,1	24,5	26,8	30,2	33,6	35,8	40,3	45,9	56,1	67,4	78,6
Высота H (для гаек по ГОСТу 2524—70)	6,5	8	10	11	13	15	16	18	19	22	24	29	34	38
Высота H_1 (для гаек по ГОСТу 2526—70)	5	6	7	8	8	9	9	10	10	12	12	14	16	18

Примечания: 1. Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.
2. Резьба — по ГОСТу 9150—59; допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.
3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 109

Гайки шестигранные (грубой точности) (по ГОСТу 15526—70)

Размеры в мм

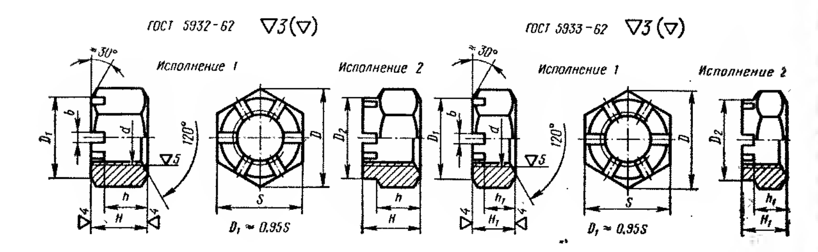
Номинальный диаметр резьбы d	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
Размер «под ключ» S	30	32	36	41	46	55	65	75
Диаметр описанной окружности D, не менее	32,4	34,4	38,8	44,4	50,0	59,7	70,8	81,9
Высота H	16	18	19	22	24	29	34	38

Примечания: 1. Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.
2. Резьба — по ГОСТу 9150—59; допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.
3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70. Механические свойства гаек должны соответствовать классам прочности 4 и 5.

Таблица 110

Гайки шестигранные: прорезные и корончатые (повышенной точности) (ГОСТ 5932—73); **прорезные и корончатые низкие** (повышенной точности) (ГОСТ 5933—73)

Размеры в мм



Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	(14)	16	(18)
Шаг резьбы:							
крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5
мелкий	—	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5
Размер «под ключ» S	10	13	17	19	22	24	27
Диаметр описанной окружности D, не менее	11,0	14,4	18,9	21,1	24,5	26,8	30,2
Высота H (для гаек по ГОСТу 5932—73)	7,5	9,5	12	15	16	19	21
Высота H_1 (для гаек по ГОСТу 5933—73)	6	7	8	10	11	12	13
Число прорезей	6	6	6	6	6	6	6
Ширина прорези b	2	2,5	2,8	3,5	3,5	4,5	4,5
Высота h (для гаек по ГОСТу 5932—73)	5	6,5	8	10	11	13	15
Высота h_1 (для гаек по ГОСТу 5933—73)	3,5	4	5	6	7	7	8
Диаметр коронки D_2	—	—	—	17	19	22	25
Размер шплинта для гаек:							
исполнение 1	1,6×16	2×20	2,5×25	3,2×32	3,2×32	4×36	4×40
исполнение 2	—	—	—	3,2×25	3,2×25	4×32	4×36

Продолжение табл. 110

Номинальный диаметр резьбы d	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы:								
крупный	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
мелкий	1,5	1,5	2	2	2	3	3	3
Размер «под ключ» S	30	32	36	41	46	55	65	75
Диаметр описанной окружности D, не менее	33,6	35,8	40,3	45,9	51,6	61,7	73,0	84,3
Высота H (для гаек по ГОСТу 5932—73)	22	26	27	30	33	38	46	50
Высота H_1 (для гаек по ГОСТу 5933—73)	13	15	15	17	18	20	23	25
Число прорезей	6	6	6	6	6	6	8	8
Ширина прорези b	4,5	5,5	5,5	5,5	7	7	9	9
Высота h (для гаек по ГОСТу 5932—73)	16	18	19	22	24	29	34	38
Высота h_1 (для гаек по ГОСТу 5933—73)	8	9	9	11	11	13	14	16
Диаметр коронки D_2	28	30	34	38	42	50	58	65
Размер шплинта для гаек:								
исполнение 1	4×40	5×45	5×45	5×50	6,3×60	6,3×70	8×80	8×90
исполнение 2	4×36	5×40	5×40	5×45	6,3×50	6,3×60	8×70	8×80

Примечания: 1. Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

2. Резьба — по ГОСТу 9150—59; допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.

3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 111

Гайки шестигранные: прорезные с уменьшенным размером «под ключ» (повышенной точности) (ГОСТ 2528—73); **прорезные низкие с уменьшенным размером «под ключ»** (повышенной точности) (ГОСТ 5935—73)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы: крупный	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
мелкий	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	3	3
Размер «под ключ» S	12	14	17	19	22	24	27	30	32	36	41	50	60	70
Диаметр описанной окружности D, не менее	13,2	15,5	18,9	21,1	24,5	26,8	30,2	33,6	35,8	40,3	45,9	56,1	67,4	78,5
Высота H (для гаек по ГОСТу 2528—73)	9,5	12	15	16	19	21	22	26	27	30	33	38	46	50
Высота H_1 (для гаек по ГОСТу 5935—73)	7	8	10	11	12	13	13	15	15	17	18	20	23	25
Число прорезей	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Ширина прорези b	2,5	2,8	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	5,5	7	7	9	9
Высота h (для гаек по ГОСТу 2528—73)	6,5	8	10	11	13	15	16	18	19	22	24	29	34	38
Высота h_1 (для гаек по ГОСТу 5935—73)	4	5	6	7	7	8	8	9	9	11	11	13	14	16
Размер шплинта (рекомендуемый) для гаек	2×20	2,5×25	3,2×25	3,2×25	4×32	4×36	4×36	5×40	5×40	5×45	6,3×50	6,3×60	8×70	8×80

Примечания: 1. Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.
2. Резьба — по ГОСТу 9150—59; допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.
3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 112

Гайки круглые шлицевые (по ГОСТу 11871—66)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24
Шаг резьбы	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
D	24	26	28	30	32	34	38	42
H	8	8	8	8	8	8	10	10
b	4	4	4	5	5	5	5	5
t	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Число шлицев	4	4	4	4	4	4	4	4
D_1	16	18	20	22	24	27	30	33
c, не более	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1	1	1
c_1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

Номинальный диаметр резьбы d	(27)	30	(33)	36	(39)	42	(45)	48
Шаг резьбы	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
D	45	48	52	55	60	65	70	75
H	10	10	10	10	10	10	10	12
b	5	5	6	6	6	6	6	8
t	2,5	2,5	3	3	3	3	3	4
Число шлицев	4	4	4	4	4	4	4	4
D_1	36	39	42	45	48	52	56	60
c, не более	1	1	1	1	1	1	1	1
c_1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

Примечания: 1. Рекомендуемые марки материалов и покрытия — по ГОСТу 1759—70.
2. ГОСТ 11871—66 предусматривает $d = 4 \div 200$.
3. Размеры гаек, заключенные в скобки, по возможности не применять.
4. Резьба — по ГОСТу 9150—59; допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70.

Таблица 113

Шпильки для деталей с резьбовыми отверстиями с диаметром резьбы от 2 до 48 мм: нормальной точности (ГОСТ 11765—66); повышенной точности (ГОСТ 11766—66)

$d_2 \approx$ среднему диаметру резьбы

Номинальный диаметр резьбы d	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	(14)
Шаг резьбы:										
крупный	0,4	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2
мелкий	—	—	—	—	—	—	1	1,25	1,25	1,5
Диаметр гладкой части d_1	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	14
Длина ввинчиваемого резьбового конца l_1:										
d	3	3	3	4	5	6	8	10	12	14
1,25d	3	4	4	5	6,5	7,5	10	12	15	18
2d	4	5	6	8	10	12	16	20	24	28
Отношение $\frac{l}{l_0}$	$\frac{10-12}{8}$; $\frac{14-80}{10}$	$\frac{10-12}{8}$; $\frac{14-160}{11}$	$\frac{10-12}{8}$; $\frac{14}{11}$; $\frac{16-160}{12}$	$\frac{14}{11}$; $\frac{16}{12}$ $\frac{18-160}{14}$	$\frac{16}{12}$; $\frac{18}{14}$; $\frac{20-160}{16}$	$\frac{16}{12}$; $\frac{18}{14}$; $\frac{20-22}{16}$; $\frac{25-160}{18}$	$\frac{16}{12}$; $\frac{18}{14}$ $\frac{20-22}{16}$; $\frac{25}{18}$; $\frac{28}{20}$ $\frac{30-200}{22}$	$\frac{16}{12}$; $\frac{18}{14}$ $\frac{20-22}{16}$; $\frac{25}{18}$; $\frac{28}{20}$ $\frac{30}{22}$; $\frac{32}{24}$ $\frac{38-200}{26}$	$\frac{25}{18}$; $\frac{28}{20}$; $\frac{30}{22}$; $\frac{32}{24}$; $\frac{35}{26}$; $\frac{38}{28}$ $\frac{40-150}{30}$ $\frac{160-220}{36}$	$\frac{25}{18}$; $\frac{28}{20}$; $\frac{30}{22}$; $\frac{32}{24}$; $\frac{35}{26}$; $\frac{38}{28}$ $\frac{40}{30}$; $\frac{42}{32}$; $\frac{45-150}{34}$ $\frac{160-220}{40}$

Номинальный диаметр резьбы d	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы:										
крупный	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
мелкий	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	3	3
Диаметр гладкой части d_1	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48
Длина ввинчиваемого резьбового конца l_1:										
d	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48
1,25d	20	22	25	28	30	35	38	45	52	60
2d	32	36	40	44	48	54	60	72	84	95

Продолжение табл. 113

Номинальный диаметр резьбы d	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Отношение $\frac{l}{l_0}$	$\frac{35}{26}$; $\frac{38}{28}$; $\frac{40}{30}$; $\frac{42}{32}$; $\frac{45}{34}$ $\frac{48-150}{38}$ $\frac{160-220}{44}$	$\frac{35}{26}$; $\frac{38}{28}$; $\frac{40}{30}$; $\frac{42}{32}$; $\frac{45}{34}$ $\frac{48-50}{38}$; $\frac{55-150}{42}$ $\frac{160-220}{48}$	$\frac{40}{30}$; $\frac{42}{32}$; $\frac{45}{34}$ $\frac{48-50}{38}$ $\frac{55}{42}$ $\frac{60-150}{46}$ $\frac{160-240}{52}$	$\frac{45}{34}$; $\frac{48-50}{38}$; $\frac{55}{42}$; $\frac{60}{46}$; $\frac{65-150}{50}$ $\frac{160-240}{56}$	$\frac{45}{34}$; $\frac{48-50}{38}$; $\frac{55}{42}$; $\frac{60}{46}$; $\frac{65}{50}$; $\frac{70-150}{54}$ $\frac{160-240}{60}$	$\frac{55}{42}$; $\frac{60}{46}$; $\frac{65}{50}$; $\frac{70}{54}$; $\frac{75-150}{60}$ $\frac{160-260}{66}$	$\frac{60}{46}$; $\frac{65}{50}$; $\frac{70}{54}$; $\frac{75-80}{60}$ $\frac{90-150}{66}$ $\frac{160-260}{72}$	$\frac{70}{54}$; $\frac{75-80}{60}$; $\frac{85}{66}$; $\frac{90}{72}$; $\frac{95}{75}$; $\frac{100-150}{78}$ $\frac{160-300}{84}$	$\frac{80}{60}$; $\frac{85}{66}$; $\frac{90}{72}$; $\frac{95}{75}$; $\frac{100}{80}$; $\frac{105}{85}$ $\frac{110-150}{90}$; $\frac{160-300}{96}$	$\frac{80}{60}$; $\frac{85}{66}$; $\frac{90}{72}$; $\frac{95}{75}$; $\frac{100}{80}$; $\frac{105}{85}$ $\frac{110-115}{90}$ $\frac{120}{100}$ $\frac{130-150}{102}$; $\frac{160-300}{108}$

Ряд длин шпилек l: 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, (42), 45, (48), 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

Примечания: 1. Шпильки с размерами, заключенными в скобки, по возможности не применять.

2. Резьба метрическая — по ГОСТу 9150—59; допуски резьбы — по ГОСТу 16093—70; сбег резьбы — по ГОСТу 10549—63.

3. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 114

Шпильки для деталей с гладкими отверстиями с диаметром резьбы от 2 до 48 мм: нормальной точности (ГОСТ 11769—66); повышенной точности (ГОСТ 11770—66): Размеры в мм

Тип А (ГОСТ 11769-66) ∇3 (∇); Тип А (ГОСТ 11770-66) ∇4 (∇); Тип Б

$d_2 \approx$ среднему диаметру резьбы

Номинальный диаметр резьбы d	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	(14)
Шаг резьбы: крупный	0,4	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2
мелкий	—	—	—	—	—	—	1	1,25	1,25	1,5
Диаметр гладкой части d_1	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14
Отношение $\frac{l}{l_0}$	$\frac{10-22}{\times}$; $\frac{25-40}{10}$	$\frac{10-25}{\times}$; $\frac{28-50}{11}$	$\frac{10-28}{\times}$; $\frac{30-150}{12}$; $\frac{160-300}{18}$	$\frac{12-32}{\times}$; $\frac{35-150}{14}$; $\frac{160-300}{20}$	$\frac{14-38}{\times}$; $\frac{40-150}{16}$; $\frac{160-300}{22}$	$\frac{14-42}{\times}$; $\frac{45-150}{18}$; $\frac{160-300}{24}$	$\frac{20-50}{\times}$; $\frac{55-150}{22}$; $\frac{160-300}{28}$	$\frac{30-60}{\times}$; $\frac{65-150}{26}$; $\frac{160-300}{32}$	$\frac{40-70}{\times}$; $\frac{75-150}{30}$; $\frac{160-360}{36}$	$\frac{55-85}{\times}$; $\frac{90-150}{34}$; $\frac{160-360}{40}$
Номинальный диаметр резьбы d	**16**	**(18)**	**20**	**(22)**	**24**	**(27)**	**30**	**36**	**42**	**48**
Шаг резьбы: крупный	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
мелкий	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	3	3
Диаметр гладкой части d_1	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48
Отношение $\frac{l}{l_0}$	$\frac{55-90}{\times}$; $\frac{95-150}{38}$; $\frac{160-500}{44}$	$\frac{70-95}{\times}$; $\frac{100-150}{42}$; $\frac{160-500}{48}$	$\frac{80-105}{\times}$; $\frac{110-150}{46}$; $\frac{160-500}{52}$	$\frac{120-150}{50}$; $\frac{160-500}{56}$	$\frac{130-150}{54}$; $\frac{160-500}{600}$	$\frac{150}{60}$; $\frac{160-500}{66}$	$\frac{170-500}{72}$	$\frac{190-500}{84}$	$\frac{220-500}{96}$	$\frac{240-500}{108}$

Примечания: 1. Шпильки с размерами, заключенными в скобки, по возможности не применять. 2. Знаком «×» отмечены шпильки с резьбой по всей длине. 3. Резьба метрическая—по ГОСТу 9150—59; допуски резьбы—по ГОСТу 16093—70; сбег резьбы — по ГОСТу 10549—63. 4. Технические требования — по ГОСТу 1759—70.

Таблица 115

Шайбы (по ГОСТу 11371—68)
Размеры в мм

Диаметр стержня крепежной детали	d	D	s	c	Диаметр стержня крепежной детали	d	D	s	c
1	1,2	3,5	0,3	—	12	13	24	2,5	0,6
1,2	1,4	4	0,3	—	14	15	28	3,0	0,8
1,4	1,6	4	0,3	—	16	17	30	3,0	0,8
1,6	1,8	4,5	0,3	—	18	19	34	3,0	0,8
2	2,2	5,5	0,5	—	20	21	37	4,0	1,0
2,5	2,7	6,5	0,5	—	24	25	44	4,0	1,0
3	3,2	7	0,5	—	27	28	50	5,0	1,2
4	4,3	9	0,8	—	30	31	56	5,0	1,2
5	5,3	10	1,0	0,3	36	37	66	6,0	1,6
6	6,4	12,5	1,2	0,4	42	43	78	6,0	1,6
8	8,4	17,5	1,6	0,4	48	50	90	8,0	2,0
10	10,5	21	2,0	0,5					

П р и м е ч а н и е. Технические требования по ГОСТу 18123—72.

Таблица 116

Шайбы увеличенные (по ГОСТу 6958—68)
Размеры в мм

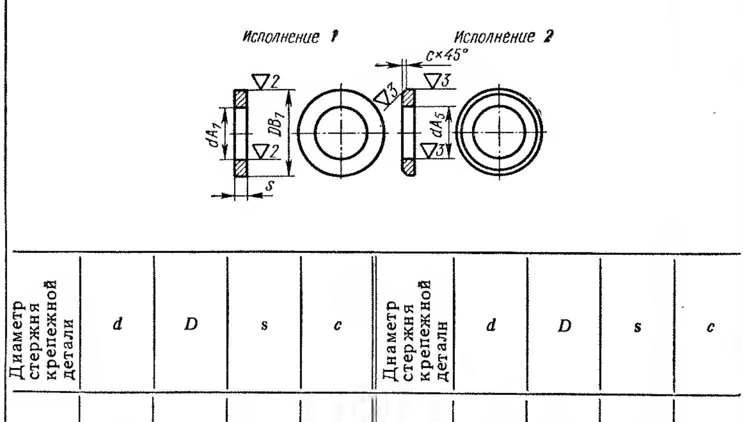
Диаметр стержня крепежной детали	d	D	s	c	Диаметр стержня крепежной детали	d	D	s	c
1	1,2	4	0,5	—	12	13	36	3,0	0,8
1,2	1,4	4	0,5	—	14	15	42	3,0	0,8
1,4	1,6	5	0,8	—	16	17	48	4,0	1,0
1,6	1,8	5	0,8	—	18	19	55	4,0	1,0
2	2,2	6	1,0	0,3	20	21	60	5,0	1,2
2,5	2,7	8	1,0	0,3	22	23	65	5,0	1,2
3	3,2	10	1,0	0,3	24	25	70	6,0	1,6
4	4,3	12	1,2	0,3	27	28	80	6,0	1,6
5	5,3	16	1,6	0,4	30	31	90	6,0	1,6
6	6,4	18	1,6	0,4	36	37	100	8,0	2,0
8	8,4	24	2,0	0,5	42	43	120	8,0	2,0
10	10,5	30	3,0	0,8	48	50	140	8,0	2,0

П р и м е ч а н и е. Технические требования — по ГОСТу 18123—72.

Таблица 117

Шайбы уменьшенные (по ГОСТу 10450—68)

Размеры в мм



Диаметр стержня крепежной детали	d	D	s	c	Диаметр стержня крепежной детали	d	D	s	c
1	1,2	3	0,3	—	12	13	21	2,0	0,5
1,2	1,4	3,5	0,3	—	14	15	24	2,0	0,5
1,4	1,6	3,5	0,3	—	16	17	28	2,0	0,5
1,6	1,8	4	0,3	—	18	19	30	2,5	0,6
2	2,2	4,5	0,3	—	20	21	34	2,5	0,6
2,5	2,7	5	0,5	—	22	23	37	2,5	0,6
3	3,2	6	0,5	—	24	25	39	2,5	0,6
4	4,3	8	0,8	—	27	28	44	2,5	0,6
5	5,3	10	0,8	—	30	31	50	3,0	0,8
6	6,4	12	1	0,3	36	37	60	3,0	0,8
8	8,4	15,5	1,6	0,4	42	43	72	4,0	1,0
10	10,5	18	1,6	0,4	48	50	84	6,0	1,6

Примечание. Технические требования — по ГОСТу 18123—72.

Таблица 118

Шайбы пружинные (по ГОСТу 6402—70)

Размеры в мм

H = 2s ± 15%

m_{max} = 0,7s

Номинальные диаметры резьбы болта, винта, шпильки	d	Легкие шайбы (Л)		Нормальные шайбы (Н)	Тяжелые шайбы (Т)	Особо тяжелые шайбы (ОТ)
		s	b	s = b	s = b	s = b
2	2,1	—	—	0,5	0,6	—
2,5	2,6	—	—	0,6	0,8	—
3	3,1	0,6	1,0	0,8	1,0	—
4	4,1	1,0	1,4	1,2	1,4	—
5	5,1	1,2	1,6	1,4	1,6	—
6	6,1	1,4	2,0	1,6	2,0	—
8	8,1	1,6	2,5	2,0	2,5	—
10	10,1	2,0	3,0	2,5	3,0	3,5
12	12,1	2,5	3,5	3,0	3,5	4,0
14	14,2	3,0	4,0	3,5	4,0	4,5
16	16,3	3,2	4,5	4,0	4,5	5,0
18	18,3	3,5	5,0	4,5	5,0	5,5
20	20,5	4,0	5,5	5,0	5,5	6,0
22	22,5	4,5	6,0	5,5	6,0	7,0
24	24,5	5,0	7,0	6,0	7,0	8,0
27	27,5	5,5	8,0	7,0	8,0	9,0
30	30,5	6,0	9,0	8,0	9,0	10
36	36,5	—	—	9,0	10	12
42	42,5	—	—	10	12	—
48	48,5	—	—	12	—	—

Примечание. Технические требования — по ГОСТу 6402—70.

Таблица 119

Шайбы стопорные многолапчатые (по ГОСТу 11872—66)

Размеры в мм

Номинальный диаметр резьбы d	d_1	D	D_1	b	h	r	s
4	4,2	14	6,5	1,4	2,7	0,2	0,8
5	5,2	16	8,0	1,4	3,2	0,2	0,8
6	6,2	18	9,5	1,8	4,2	0,2	0,8
8	8,5	24	14	3,8	5,5	0,2	1,0
10	10,5	26	16	3,8	7	0,2	1,0
12	12,5	28	18	3,8	9	0,2	1,0
(14)	14,5	30	20	3,8	11	0,2	1,0
16	16,5	32	22	4,8	13	0,5	1,0
(18)	18,5	34	24	4,8	15	0,5	1,0
20	20,5	37	27	4,8	17	0,5	1,0
(22)	22,5	40	30	4,8	19	0,5	1,0
24	24,5	44	33	4,8	20,5	0,5	1,0
(27)	27,5	47	36	4,8	23,5	0,5	1,0
30	30,5	50	39	4,8	26,5	0,5	1,0
(33)	33,5	54	42	5,8	29,5	0,5	1,6
36	36,5	58	45	5,8	32,5	0,5	1,6
(39)	39,5	62	48	5,8	35,5	0,5	1,6
42	42,5	67	52	5,8	38	0,5	1,6
(45)	45,5	72	56	5,8	41	0,5	1,6
48	48,5	77	60	7,8	44	0,8	1,6
(52)	52,5	82	65	7,8	48	0,8	1,6
56	57	87	70	7,8	51,5	0,8	1,6
(60)	61	92	75	7,8	55,5	0,8	1,6
64	65	97	80	7,8	59,5	0,8	1,6
(68)	69	102	85	9,5	63,5	0 8	1,6
72	73	107	90	9,5	67,5	0,8	1,6
(76)	77	112	95	9,5	70,5	0,8	1,6
80	81	117	100	9,5	74,5	0,8	1,6
(85)	86	122	105	9,5	79,5	0,8	1,6
90	91	127	110	11,5	84,5	1,0	2,2
(95)	96	132	115	11,5	89,5	1,0	2,2
100	101	137	120	11,5	94,5	1,0	2,2
(105)	106	142	125	11,5	99	1,0	2,2

Номинальный диаметр резьбы d	d_1	D	D_1	b	h	r	s
110	111	152	130	13,5	104	1,0	2,2
(115)	116	157	135	13,5	109	1,5	2,0
(120)	121	162	140	13,5	114	1,5	2,0
125	126	167	145	13,5	118	1,5	2,0
(130)	131	172	150	13,5	123	1,5	2,0
(135)	136	177	155	13,5	128	1,5	2,0
140	141	182	160	13,5	133	1,5	2,0
(145)	146	192	165	13,5	138	1,5	2,0
(150)	151	202	175	15,5	143	1,6	2,5
160	161	212	185	15,5	153	1,6	2,5
(170)	171	222	195	15,5	163	1,6	2,5
180	181	232	205	15,5	173	1,6	2,5
(190)	191	242	215	15,5	183	1,6	2,5
200	201	252	225	15,5	193	1,6	2,5

Примечания: 1. Размеры шайб, заключенные в скобки, по возможности не применять.

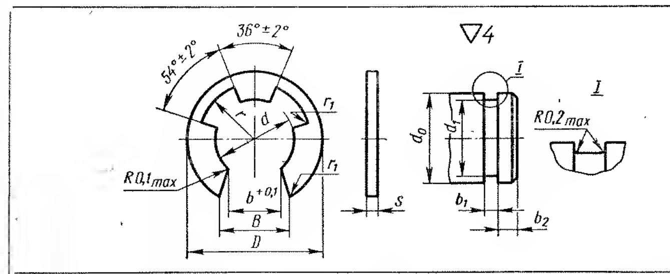
2. Допускается изготовление шайб с лапками по всей окружности.

3. Технические требования — по ГОСТу 18123—72.

Таблица 120

Шайбы упорные быстросъемные для валов диаметром от 2 до 20 мм (по ГОСТу 11648—65)

Размеры в мм



Диаметр вала d_0	Шайба							Канавка		
	D	d	s	B	b	r	r_1	d_1	b_1	b_2
От 2 до 2,5	4	1,6	0,4	1,8	1,3	1,3	0,3	1,6	0,5	0,4
Св. 2,5 до 4	6	2,0	0,4	2,4	1,7	2,1	0,3	2,0	0,5	0,8
» 4 » 6	9	3,0	0,6	3,6	2,6	3,3	0,5	3,0	0,7	1,2
» 6 » 8	12	5,0	0,8	5,5	4,4	4,4	0,5	5,0	0,9	1,2
» 8 » 10	15	7,0	1,0	8,0	6,2	5,6	0,5	7,0	1,1	1,2
» 10 » 13	18	9,0	1,2	10,0	8,0	6,8	0,5	9,0	1,4	2,0
» 13 » 16	24	12,0	1,2	13,0	10,8	9,5	0,5	12,0	1,4	2,5
» 16 » 20	30	15,0	1,6	16,0	13,5	12,0	0,5	15,0	1,8	3,5

Примечание. Технические требования — по ГОСТу 11648—65.

Таблица 121

Штифты конические (по ГОСТу 3129—70)

Размеры в мм

* Размер для справок: подсчитывается по формуле $d_1 = d + \frac{l-2c}{50}$

d	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6
c	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5	0,6	0,8	1,0
l (от—до)	4—12	4—14	5—18	6—22	6—28	8—36	10—45	12—55	16—70	16—90	20—110

d	8	10	12	16	20	25	32	40	50
c	1,2	1,6	1,6	2,0	2,5	3	4	5	6,3
l (от — до)	25—140	28—180	32—220	40—280	50—280	60—280	80—280	100—280	120—280

Ряд длин штифтов l: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 36, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280.

Примечания: 1. Штифты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.
2. Предельные отклонения диаметра d штифтов — $C_{3а}$ по ОСТу НКМ 1017 или C_4 по ОСТу НКМ 1014.
3. Предельные отклонения на угловые размеры конуса — по 6-й степени точности, ГОСТ 8908—58.
4. Предельные отклонения длины l штифтов — по B_7, ОСТ 1010.

Таблица 122

Штифты конические с внутренней резьбой (по ГОСТу 9464—70)

Размеры в мм

* Размер для справок; подсчитывается по формуле $d_1 = d + \frac{l-(c+c_1)}{50}$

d	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	60
d_2	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M20	M24	M30
l_1	8	9	10	12	16	18	24	30	30	40	50
l_2	10	12	14	16	20	25	30	40	40	50	60
c	1,0	1,2	1,6	1,6	2,0	2,5	3	4	5	6,3	8
c_1	0,5	0,7	0,7	1,0	1,0	1,6	1,6	2,0	2,0	2,0	2,5
l (от—до)	25—60	25—65	30—80	36—100	40—120	50—160	60—200	70—250	80—280	90—280	110—280

Ряд длин штифтов l: 25, (28), 30, (32), 36, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280.

Примечания: 1. Штифты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.
2. Резьба — по ГОСТу 9150—59; допуски на резьбу — по ГОСТу 16093—70.
3. Размеры недорезов резьбы и фасок — по ГОСТу 10549—63.
4. Предельные отклонения на угловые размеры конуса — по 6-й степени точности, ГОСТ 8908—58.
5. Предельные отклонения длины l штифтов — по B_7, ОСТ 1010.
6. Предельные отклонения диаметра d штифтов — по $C_{3а}$, ОСТ НКМ 1017.

Таблица 123

Штифты конические с резьбовой цапфой (по ГОСТу 9465—70)

Размеры в мм

∇4 (∇)

*Размер для справок; подсчитывается по формуле $d_1 = d + \frac{l-c}{50}$

d_2 ≈ выполняется в пределах среднего диаметра резьбы

d	4	5	6	8	10	12
d_3	M4	M5	M6	M8	M10	M12
d_4	2,5	3,5	4,5	6,0	7,0	9,0
l_0	8	10	12	16	20	25
l_1	1,5	1,5	1,5	2	2	3
c	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	1,6
r, не более	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
r_1, не более	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
l	16, 20, 25	20, 25, 32	25, 32, 40	32, 40, 50	40, 50, 60	50, 60
L (от—до)	30—60	36—80	45—100	55—140	70—160	80—160

Ряд длин штифтов L: 30, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 140, 160.

Примечания: 1. Резьба — по ГОСТу 9150—59; допуски на резьбу — по ГОСТу 16093—70.

2. Размеры сбегов резьбы — по ГОСТу 10549—63.

3. Предельные отклонения на угловые размеры конуса — по 6-й степени точности, ГОСТ 8908—58.

4. Предельные отклонения размеров L, l, l_1, d_4 — по B_7, ОСТ 1010.

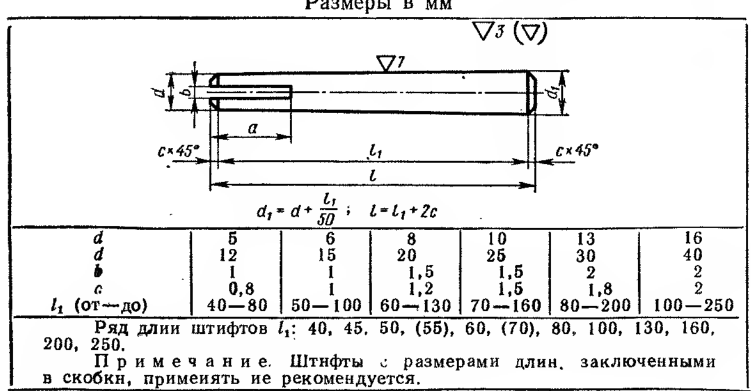
5. Предельные отклонения резьбовой части стержня l_0 — не более двух шагов резьбы.

6. Предельные отклонения диаметра d штифтов — по C_{3a}, ОСТ НКМ 1017.

Таблица 124

Штифты конические разводные (по ОСТу 2074)

Размеры в мм



d	5	6	8	10	13	16
d	12	15	20	25	30	40
b	1	1	1,5	1,5	2	2
c	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2
l_1 (от—до)	40—80	50—100	60—130	70—160	80—200	100—250

Ряд длин штифтов l_1: 40, 45, 50, (55), 60, (70), 80, 100, 130, 160, 200, 250.

Примечание. Штифты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.

Таблица 125

Штифты цилиндрические (по ГОСТу 3128—70)

Размеры в мм

Предельные отклонения диаметра d ∇4 (∇)

Пр2_{2a}** Г (Н*) $C_3 = B_3$ $C_4 = B_4$

*Для штифтов диаметром 0,6 и 0,8 мм

**Штифты с посадкой Пр2_{2a} разрешается изготовлять до 1/I 1975 г.

d	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5
c	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5	0,6	0,8
l	2,5—8	2,5—14	2,5—18	2,5—25	3—32	4—40	5—50	6—60	8—80	10—100
d	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
c	1,0	1,2	1,6	1,6	2	2,5	3	4	5	6,3
l	12—120	16—160	20—160	25—160	30—280	40—280	50—280	60—280	80—280	100—280

Ряд длин штифтов l: 2,5; 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 36, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280.

Примечания: 1. Штифты, с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.

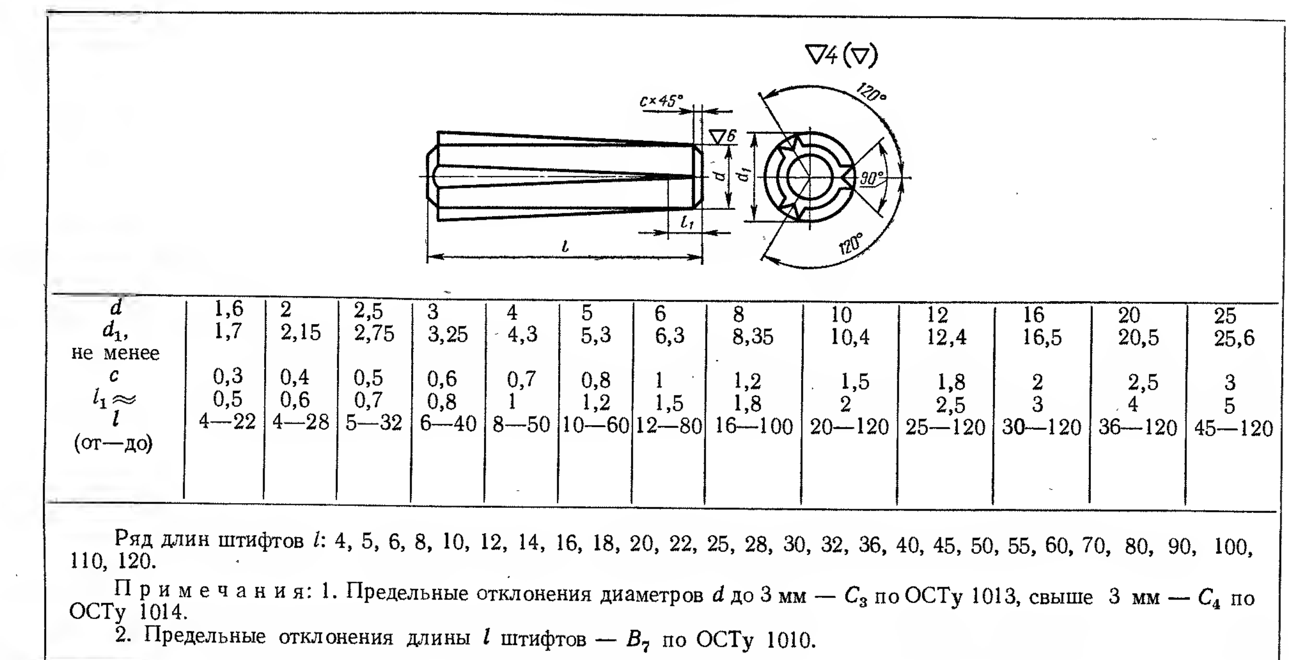
2. Предельные отклонения диаметра d должны соответствовать: Пр2_{2a} — ОСТ НКМ 1016; Г — ОСТ 1012; Н — ГОСТ 3047—66; $C_3 = B_3$ — ОСТ 1013; $C_4 = B_4$ — ОСТ 1014.

3. Предельные отклонения длины l штифтов — по B_7 ОСТ 1010.

Таблица 126

Штифты цилиндрические насечные (по ГОСТу 10773—64)

Размеры в мм



d	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25
d_1, не менее	1,7	2,15	2,75	3,25	4,3	5,3	6,3	8,35	10,4	12,4	16,5	20,5	25,6
c	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	2,5	3
$l_1 \approx$	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	2,5	3	4	5
l (от—до)	4—22	4—28	5—32	6—40	8—50	10—60	12—80	16—100	20—120	25—120	30—120	36—120	45—120

Ряд длин штифтов l: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120.

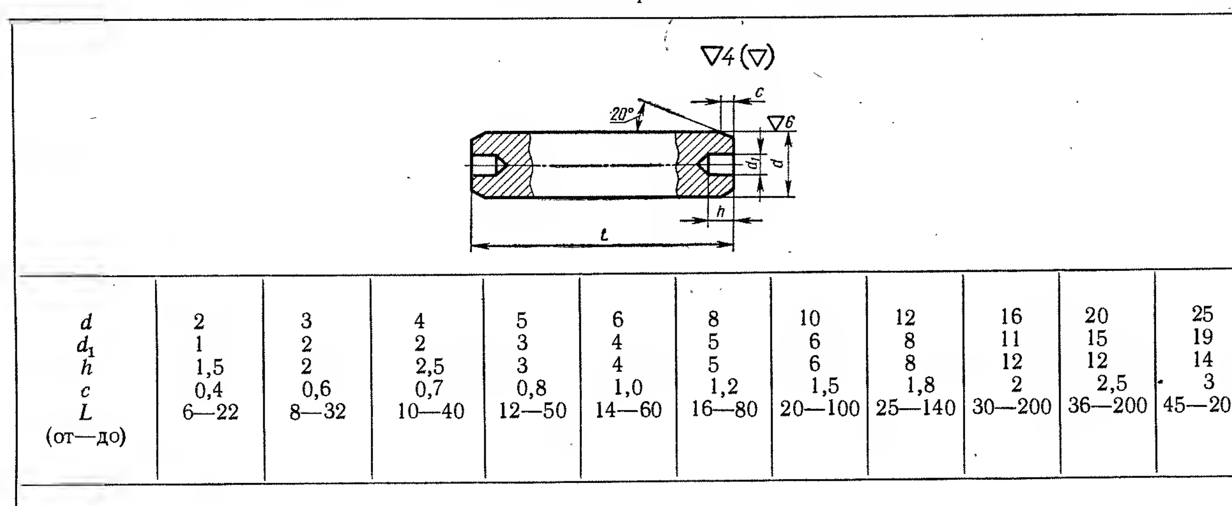
Примечания: 1. Предельные отклонения диаметров d до 3 мм — C_3 по ОСТу 1013, свыше 3 мм — C_4 по ОСТу 1014.

2. Предельные отклонения длины l штифтов — B_7 по ОСТу 1010.

Таблица 127

Штифты цилиндрические с засверленными концами (заклепочные) (по ГОСТу 10774—64)

Размеры в мм



d	2	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25
d_1	1	2	2	3	4	5	6	8	11	15	19
h	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	12	12	14
c	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2	2,5	3
L (от—до)	6—22	8—32	10—40	12—50	14—60	16—80	20—100	25—140	30—200	36—200	45—200

Ряд длин штифтов L: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 140, 160, 180, 200.

Примечания: 1. Предельные отклонения диаметра d — C_3 по ОСТу 1013.

2. Предельные отклонения длины L — B_7 по ОСТу 1010.

Таблица 128

Штифты пружинные (по ГОСТу 14229—69)

Размеры в мм

d	4	5	6	8	10	12	16	20	25
s	0,8	1	1,2	1,5	1,5	1,8	2	2,5	3
c	0,5	0,6	0,8	1	1	1,2	1,6	1,8	2
b	1,4	1,4	1,6	1,6	2	2	2,5	4	5,8
l (от—до)	12—50	12—60	12—80	16—90	20—100	25—110	30—180	40—180	50—180

Ряд длин штифтов l: 12, 16, 20, 25, 30, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180.

Таблица 129

Шплинты (по ГОСТу 397—66)

Размеры в мм

Условные диаметры шплинта, равные диаметру отверстия d_0	0,6	0,8	1	1,2	(1,5)	1,6	2
d	0,5	0,7	0,9	1	1,3	1,3	1,8
D	1,1	1,5	1,9	2,25	2,8	2,8	3,8
$l_1 \approx$	1,5	2	2,5	3	3,5	3,5	5
l_2	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5
l (от—до)	4—8	4—12	6—25	8—16	8—40	8—40	8—45
Рекомендуемый диапазон диаметров валов, болтов и винтов	Св. 2 до 2,8	Св. 2,8 до 3,6	Св. 3,6 до 4,5	Св. 4,5 до 5,5	Св. 5,5 до 7	Св. 5,5 до 7	Св. 7 до 9
Условные диаметры шплинта, равные диаметру отверстия d_0	2,5	(3)	3,2	4	5	(6)	6,3
d	2,2	2,7	2,7	3,6	4,6	5,6	5,6
D	4,7	5,7	5,7	7,1	9,1	11,1	11,1
$l_1 \approx$	6	7,5	7,5	9	11,5	14	14
l_2	2,5	4	4	4	4	4	4
l (от—до)	10—50	12—60	12—60	16—70	16—80	20—110	20—110
Рекомендуемый диапазон диаметров валов, болтов и винтов	Св. 9 до 11	Св. 11 до 14	Св. 11 до 14	Св. 14 до 20	Св. 20 до 28	Св. 28 до 40	Св. 28 до 40
Условные диаметры шплинта, равные диаметру отверстия d_0	8	10	(12)	13	16	20	
d	7,5	9,5	11,5	12	15	19	
D	13,5	17,5	21,5	23,5	30	38	
$l_1 \approx$	16	21	25	25	32	40	
l_2	4	6	6	6	6	6	
l (от—до)	50—160	70—220	80—200	100—280	140—280	180—280	
Рекомендуемый диапазон диаметров валов, болтов и винтов	Св. 40 до 55	Св. 55 до 80	Св. 80 до 110	Св. 80 до 110	Св. 110 до 160	Св. 160	

Ряд длин шплинтов l: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280.

Примечание. Условные диаметры шплинта, равные диаметру отверстия d_0, заключенные в скобки, по возможности не применять.

Таблица 130

Отверстия сквозные под крепежные детали

(по ГОСТу 11284—65)

Размеры в мм

Диаметры стержней крепежных деталей d	Отверстия сквозные d_1			Диаметры стержней крепежных деталей d	Отверстия сквозные d_1		
	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд		1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд
1,0	1,2	1,3	—	12,0	12,5	13,0	15,0
1,2	1,4	1,5	—	14,0	14,5	15,0	17,0
1,4	1,6	1,7	—	16,0	16,5	17,0	19,0
1,6	1,8	1,9	—	18,0	18,5	19,0	21,0
2,0	2,2	2,4	2,6	20,0	21,0	22,0	24,0
2,5	2,7	2,9	3,1	22,0	23,0	24,0	26,0
3,0	3,2	3,4	3,6	24,0	25,0	26,0	28,0
4,0	4,3	4,5	4,8	27,0	28,0	30,0	32,0
5,0	5,3	5,5	5,8	30,0	31,0	33,0	35,0
6,0	6,4	6,6	7,0	36,0	37,0	39,0	42,0
8,0	8,4	9,0	10,0	42,0	43,0	45,0	48,0
10,0	10,5	11,0	12,0	48,0	50,0	52,0	56,0

Примечания: 1. Отверстия 3-го ряда не применяются для заклепочных соединений.

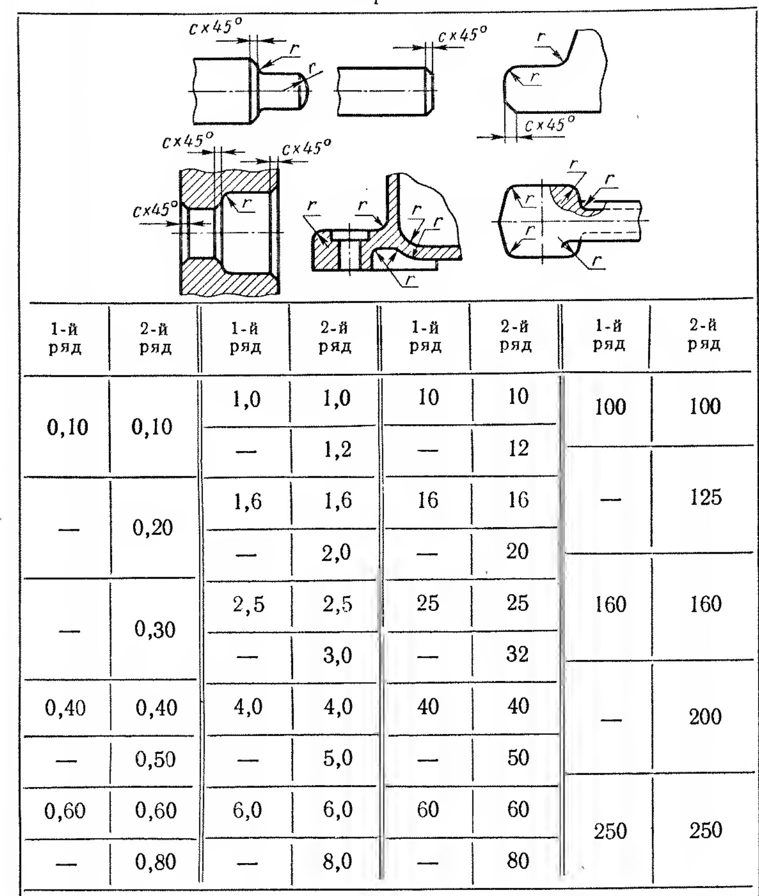
2. Предельные отклонения диаметров отверстий: для первого ряда — A_5, для второго и третьего рядов — A_7.

Таблица 131

Ряды чисел для выбора размеров радиусов закруглений и фасок

(по ГОСТу 10948—64)

Размеры в мм



1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд
0,10	0,10	1,0	1,0	10	10	100	100
		—	1,2	—	12		
—	0,20	1,6	1,6	16	16	—	125
		—	2,0	—	20		
—	0,30	2,5	2,5	25	25	160	160
		—	3,0	—	32		
0,40	0,40	4,0	4,0	40	40	—	200
—	0,50	—	5,0	—	50		
0,60	0,60	6,0	6,0	60	60	250	250
—	0,80	—	8,0	—	80		

Примечания: 1. Стандарт распространяется на размеры радиусов и фасок для деталей, изготовленных из металла и пластмасс. Стандарт не распространяется на размеры радиусов закруглений (сгиба) гнутых деталей, фасок на резьбах, радиусов проточек для выхода резьбонарезного инструмента, фасок и радиусов закруглений шарико- и роликоподшипников и иа их сопряжения с валами и корпусами.

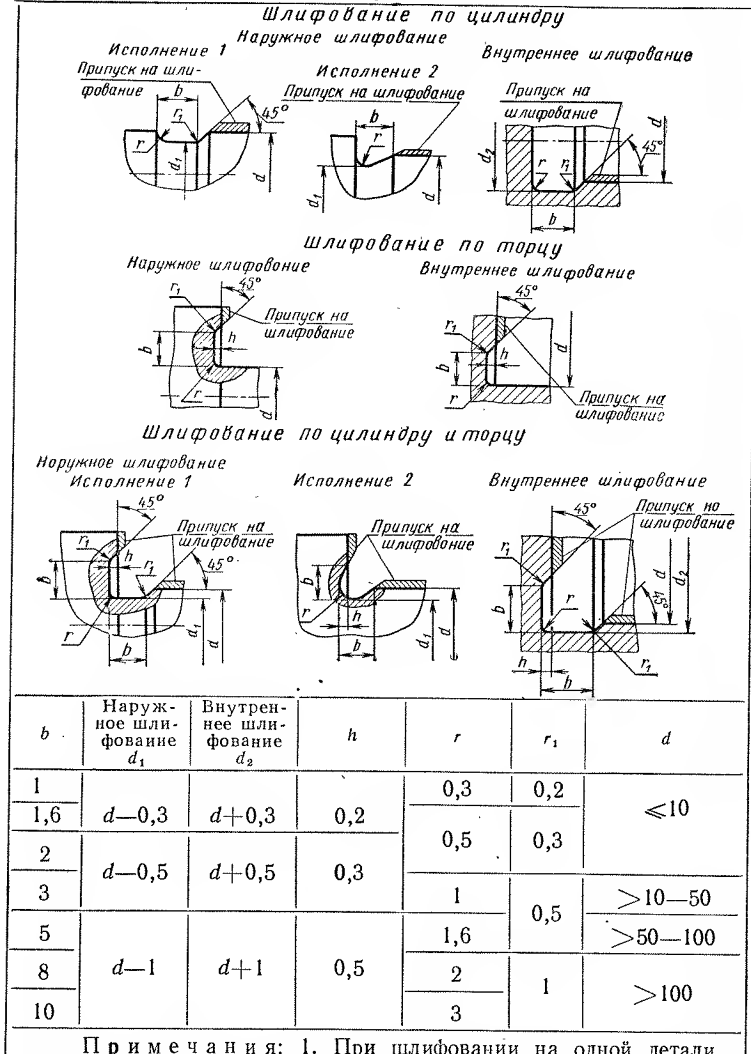
2. При выборе размеров радиусов и фасок первый ряд следует предпочитать второму.

КАНАВКИ ДЛЯ ВЫХОДА ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА
(по ГОСТу 8820—69)

Таблица 132

Форма и размеры канавок при шлифовании по цилиндру и торцу

Размеры в мм



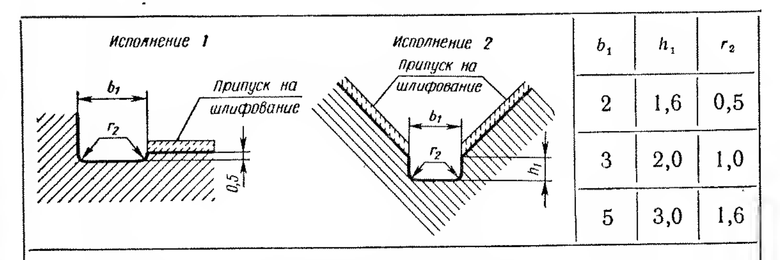
b	Наружное шлифование d_1	Внутреннее шлифование d_2	h	r	r_1	d
1	d—0,3	d+0,3	0,2	0,3	0,2	⩽10
1,6				0,5	0,3	
2	d—0,5	d+0,5	0,3			
3				1	0,5	>10—50
5	d—1	d+1	0,5	1,6		>50—100
8				2	1	>100
10				3		

Примечания: 1. При шлифовании на одной детали нескольких различных диаметров рекомендуется применять канавки одного размера. 2. При ширине канавки $b \leqslant 2$ мм допускается применять закругления с обеих сторон, равные r.

Таблица 133

Форма и размеры канавок при плоском шлифовании

Размеры в мм



b_1	h_1	r_2
2	1,6	0,5
3	2,0	1,0
5	3,0	1,6

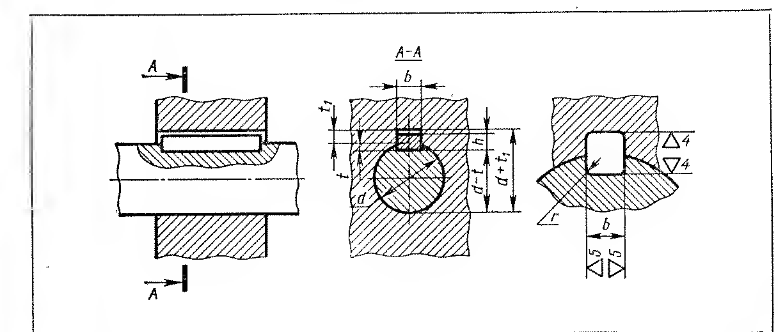
Примечание. В ответственных деталях, где применение канавок недопустимо из-за снижения их прочности, допускаются скругления радиусами по ГОСТу 10948—64.

Таблица 134

ШПОНКИ ПРИЗМАТИЧЕСКИЕ
(по ГОСТу 8788—68)

Размеры сечений шпонок и пазов

Размеры в мм



Диаметр вала d	Размеры сечений шпонок b	Размеры сечений шпонок h	Глубина паза: Вал t	Глубина паза: Втулка t_1	Радиус закругления пазов r наим.	Радиус закругления пазов r наиб.
От 6 до 8	2	2	1,2	1,0	0,08	0,16
Св. 8 до 10	3	3	1,8	1,4		
» 10 » 12	4	4	2,5	1,8		

Продолжение табл. 134

Диаметр вала d	Размеры сечений шпонок		Глубина паза		Радиус закругления пазов r	
			Вал	Втулка		
	b	h	t	t_1	наим.	наиб.
Св. 12 до 17 » 17 » 22 » 22 » 30	5 6 8	5 6 7	3 3,5 4	2,3 2,8 3,3	0,16	0,25
Св. 30 до 38 » 38 » 44 » 44 » 50 » 50 » 58 » 58 » 65	10 12 14 16 18	8 8 9 10 11	5 5 5,5 6 7	3,3 3,3 3,8 4,3 4,4	0,25	0,4
Св. 65 до 75 » 75 » 85 » 85 » 95 » 95 » 110 » 110 » 130	20 22 25 28 32	12 14 14 16 18	7,5 9 9 10 11	4,9 5,4 5,4 6,4 7,4	0,4	0,6
Св. 130 до 150 » 150 » 170 » 170 » 200 » 200 » 230	36 40 45 50	20 22 25 28	12 13 15 17	8,4 9,4 10,4 11,4	0,7	1,0
Св. 230 до 260 » 260 » 290 » 290 » 330	56 63 70	32 32 36	20 20 22	12,4 12,4 14,4	1,2	1,6
Св. 330 до 380 » 380 » 440 » 440 » 500	80 90 100	40 45 50	25 28 31	15,4 17,4 19,5	2,0	2,5

Примечания: 1. Размеры призматических шпонок — по ГОСТу 8789—68.

2. В зависимости от принятой базы обработки и измерения на рабочих чертежах должны указываться размеры: $(d + t_1)$ — для втулки; t (предпочтительный вариант) или $(d - t)$ — для вала.

3. Предельные отклонения размеров шпонок и пазов — по ГОСТу 7227—58.

Таблица 135

Шпоики призматические (по ГОСТу 8789—68)

Размеры в мм

Исполнение 1 Исполнение 2 Исполнение 3

▽3 (▽)

$c \times 45°$ или r

$R = \frac{b}{2}$

b	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25
h	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14
c или r	0,16—0,25			0,25—0,40			0,40—0,60					0,60—0,80		
l (от—до)	6—20	6—36	8—45	10—56	14—70	18—90	22—110	28—140	36—160	45—180	50—200	56—220	63—250	70—280

b	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
h	16	18	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50
c или r	0,60—0,80		1,0—1,20				1,60—2,00			2,5—3,0		
l (от—до)	80—320	90—360	100—400	100—400	110—450	125—500	140—500	160—500	180—500	200—500	220—500	250—500

Ряд длин шпонок l: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400, 450, 500.

Примечания: 1. Размеры пазов для шпонок — по ГОСТу 8788—68.

2. Предельные отклонения размеров шпонок — по ГОСТу 7227—58.

Таблица 136

Шпонки призматические направляющие с креплением на валу

(по ГОСТу 8790—68)

Размеры в мм

b	8	10	12	14	16	18	20
h	7	8	8	9	10	11	12
h_1	2,5	2,5	3,2	4	4,5	4,5	4,5
d_0	М3	М3	М4	М5	М6	М6	М6
d_1	3,4	3,4	4,5	5,5	6,6	6,6	6,6
d_2	6	6	7,5	9,5	11	11	11
c или r	0,25—0,40	0,40—0,60					0,60—0,80
c_1	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
l_0	7	8	10	10	11	11	11
Винт $d \times l_4$	М3×8	М3×10	М4×10	М5×12	М6×14	М6×14	М6×14
l (от—до)	25—90	25—110	28—140	36—160	45—180	50—200	56—220
l_1 (от—до)	13—54	13—66	14—80	18—90	23—100	26—110	30—120
l_2 (от—до)	12—45	12—55	14—70	18—80	22—90	25—100	28—110
l_3 (от—до)	6—18	6—22	7—30	9—35	11—40	12—45	13—50

b	22	25	28	32	36	40	45
h	14	14	16	18	20	22	25
h_1	5,5	5,5	5,5	7	7	8	8
d_0	М8	М8	М8	М10	М10	М12	М12
d_1	9	9	9	11	11	13	13
d_2	14	14	14	17	17	19	19
c или r	0,60—0,80				1,0—1,20		
c_1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1
l_0	16	16	16	18	18	22	22
Винт $d \times l_4$	М8×20	М8×20	М8×20	М10×25	М10×25	М12×30	М12×30
l (от—до)	63—250	70—280	80—320	90—360	100—400	100—400	125—450
l_1 (от—до)	35—140	40—160	48—175	54—195	60—220	60—220	75—250
l_2 (от—до)	32—125	35—140	40—158	45—178	50—200	50—200	62—225
l_3 (от—до)	14—55	15—60	16—70	18—80	20—90	20—90	25—100

Ряд длин шпонок:

l 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200 220, 250, 280, 320, 360, 400, 450;

l_1 13, 14, 16, 18, 20, 23, 26, 30, 35, 40, 48, 54, 60, 66, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 140, 160, 175, 195, 220, 250;

l_2 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 35, 40, 45, 55, 62, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 158, 178, 200, 225;

l_3 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100.

Примечания: 1. Размеры пазов для шпонок — по ГОСТу 8788—68.

2. Предельные отклонения размеров шпонок — по ГОСТу 7227—58.

3. Винты — по ГОСТу 1491—72.

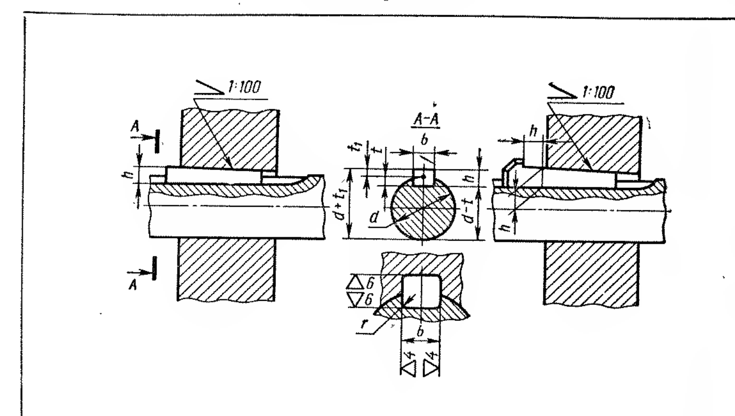
Таблица 137

Шпонки клиновые

(по ГОСТу 8791—68)

Размеры сечений шпонок и пазов

Размеры в мм



Диаметр вала d	Размеры сечений шпонок		Глубина паза		Радиус закругления пазов r	
			Вал	Втулка		
	b	h	t	t_1	наим.	наиб.
От 6 до 8	2	2	1,2	0,5	0,08	0,16
Св. 8 до 10	3	3	1,8	0,9	0,08	0,16
» 10 » 12	4	4	2,5	1,2	0,08	0,16
» 12 » 17	5	5	3	1,7	0,16	0,25
» 17 » 22	6	6	3,5	2,2	0,16	0,25
» 22 » 30	8	7	4	2,4	0,16	0,25
» 30 » 38	10	8	5	2,4	0,25	0,40
» 38 » 44	12	8	5	2,4	0,25	0,40
» 44 » 50	14	9	5,5	2,9	0,25	0,40
» 50 » 58	16	10	6	3,4	0,25	0,40

Диаметр вала d	Размеры сечений шпонок		Глубина паза		Радиус закругления пазов r	
			Вал	Втулка		
	b	h	t	t_1	наим.	наиб.
Св. 58 до 65	18	11	7	3,4	0,25	0,40
» 65 » 75	20	12	7,5	3,9	0,40	0,60
» 75 » 85	22	14	9	4,4	0,40	0,60
» 85 » 95	25	14	9	4,4	0,40	0,60
» 95 » 110	28	16	10	5,4	0,40	0,60
» 110 » 130	32	18	11	6,4	0,40	0,60
» 130 » 150	36	20	12	7,1	0,7	1,0
» 150 » 170	40	22	13	8,1	0,7	1,0
» 170 » 200	45	25	15	9,1	0,7	1,0
» 200 » 230	50	28	17	10,1	0,7	1,0
» 230 « 260	56	32	20	11,1	1,2	1,6
» 260 » 290	63	32	20	11,1	1,2	1,6
» 290 » 330	70	36	22	13,1	1,2	1,6
» 330 » 380	80	40	25	14,1	2,0	2,5
» 380 » 440	90	45	28	16,1	2,0	2,5
» 440 » 500	100	50	31	18,1	2,0	2,5

Примечания: 1. Размеры клиновых шпонок — по ГОСТу 8792—68.

2. Размеры клиновых шпонок с головкой — по ГОСТу 8793—68.

3. Размер t_1 относится к большей глубине паза втулки.

4. На рабочем чертеже проставляют один размер в зависимости от принятой базы обработки и измерения: $(d+t_1)$ — для втулки; t (предпочтительный вариант) или $(d-t)$ — для вала.

5. Предельные отклонения размеров ширины паза вала и паза втулки — по A_4 (ОСТ 1014); на глубину паза вала t и паза втулки t_1 — по A_5 (ОСТ 1015).

Таблица 138

Шпонки клиновые (по ГОСТу 8792—68)

Размеры в мм

b	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
h	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14
c или r	0,16—0,25			0,25—0,40			0,40—0,60				0,60—0,80		
l (от—до)	6—20	6—36	8—45	10—56	14—70	18—90	22—110	28—140	36—160	45—180	50—200	56—220	63—250
b	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
h	14	16	18	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50
c или r	0,60—0,80			1,0—1,2				1,6—2,0			2,5—3,0		
l (от—до)	70—280	80—320	90—360	100—400	100—400	110—450	125—500	140—500	160—500	180—500	200—500	220—500	250—500

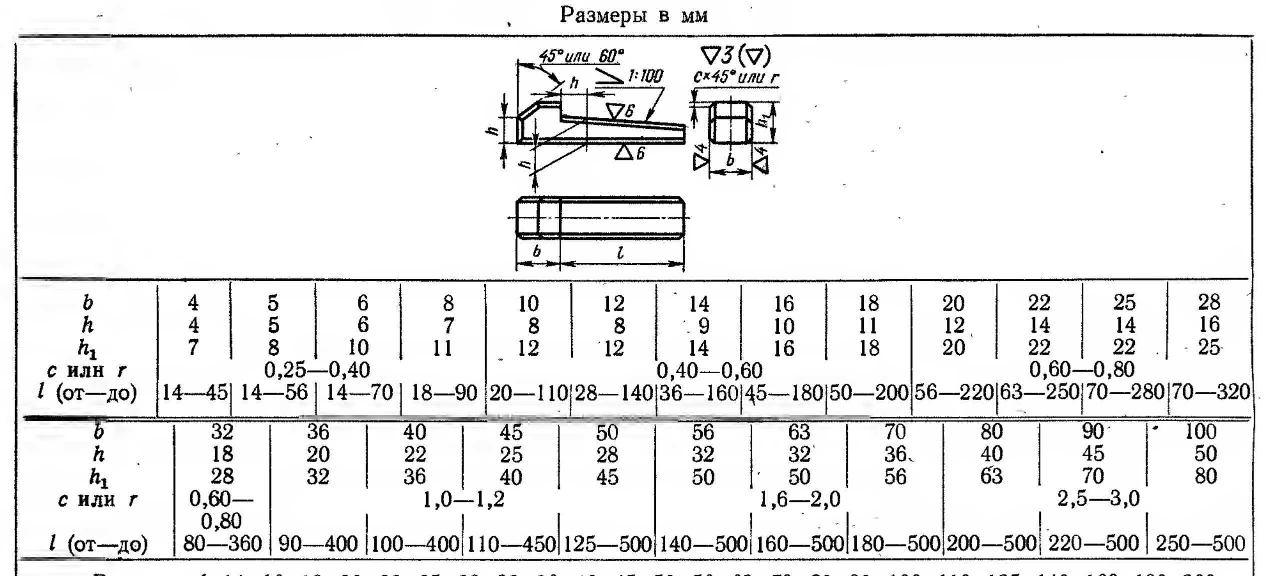
Ряд длин шпонок l: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400, 450, 500.

Примечания: 1. Размеры пазов для шпонок — по ГОСТу 8791—68.
2. Предельные отклонения размеров шпонок: ширины b — по B_3 (ОСТ 1023); высоты h — по B_4 (ОСТ 1024); длины l — по B_7 (ОСТ 1010 и ГОСТ 2689—54).

Таблица 139

Шпонки клиновые с головкой (по ГОСТу 8793—68)

Размеры в мм



b	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28
h	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16
h_1	7	8	10	11	12	12	14	16	18	20	22	22	25
c или r	0,25—0,40				0,40—0,60					0,60—0,80			
l (от—до)	14—45	14—56	14—70	18—90	20—110	28—140	36—160	45—180	50—200	56—220	63—250	70—280	70—320

b	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
h	18	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50
h_1	28	32	36	40	45	50	50	56	63	70	80
c или r	0,60—0,80	1,0—1,2				1,6—2,0			2,5—3,0		
l (от—до)	80—360	90—400	100—400	110—450	125—500	140—500	160—500	180—500	200—500	220—500	250—500

Ряд длин l: 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400, 450, 500.

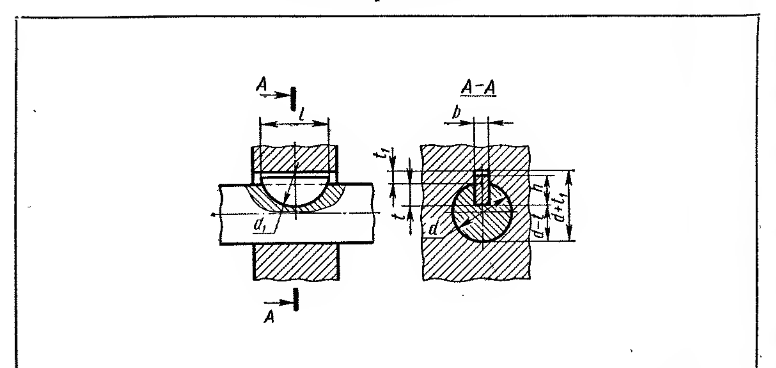
Примечания: 1. Размеры пазов — по ГОСТу 8791—68.
2. Предельные отклонения размеров шпонок: ширины b — по B_4 (ОСТ 1024); высоты h — по B_4 (ОСТ 1024); длины l — по B_7 (ОСТ 1010 и ГОСТ 2689—54).

Таблица 140

Шпоики сегментные (по ГОСТу 8794—68)

Размеры шпонок и пазов

Размеры в мм



Диаметр вала d: Для шпонок, передающих крутящий момент	Диаметр вала d: Для шпонок, фиксирующих элементы	Номинальные размеры шпонок: b	h	d_1	l	Глубина паза: Вал t	Втулка t_1	Радиус закругления пазов r: наим.	наиб.
От 3 до 4 Св. 4 до 6	Св. 6 до 8 Св. 8 до 10	1 1,5	1,4 2,6	4 7	3,8 6,8	1 2	0,6 0,8	—	0,05
Св. 6 до 8	Св. 10 до 12	2 2 2,5	2,6 3,7 3,7	7 10 10	6,8 9,7 9,7	1,8 2,9 2,9	1,0	0,08	0,16
Св. 8 до 10	Св. 12 до 17	3	3,7 5 6,5	10 13 16	9,7 12,6 15,7	2,5 3,8 5,3	1,4		
Св. 10 до 12	Св. 17 до 22	4	5 6,5 7,5 9	13 16 19 22	12,6 15,7 18,6 21,6	3,5 5 6 7,5	1,8		
Св. 12 до 17	Св. 22 до 30	5	6,5 7,5 9 10	16 19 22 25	15,7 18,6 21,6 24,5	4,5 5,5 7 8	2,3	0,16	0,25
Св. 17 до 22	Св. 30 до 38	6	(7,5) 9 10 11 13	(19) 22 25 28 32	18,6 21,6 24,5 27,3 31,4	(5) 6,5 7,5 8,5 10,5	2,8		

Продолжение табл. 140

Диаметр вала d: Для шпонок, передающих крутящий момент	Диаметр вала d: Для шпонок, фиксирующих элементы	Номинальные размеры шпонок: b	h	d_1	l	Глубина паза: Вал t	Втулка t_1	Радиус закругления пазов r: наим.	наиб.
Св. 22 до 30	Св. 38 до 44	8	(9) 11 13 15	(22) 28 32 38	21,6 27,3 31,4 37,1	(6) 8 10 12	3,3	0,16	0,25
Св. 30 до 38	Св. 44 до 50	10	13 15 16 17	32 38 45 55	31,4 37,1 43,1 50,8	10 12 13 14		0,25	0,40
Св. 38 до 44	Св. 50 до 58	12	19	65	59,1	16			

П р и м е ч а н и я: 1. Размеры, заключенные в скобки, по возможности не применять.

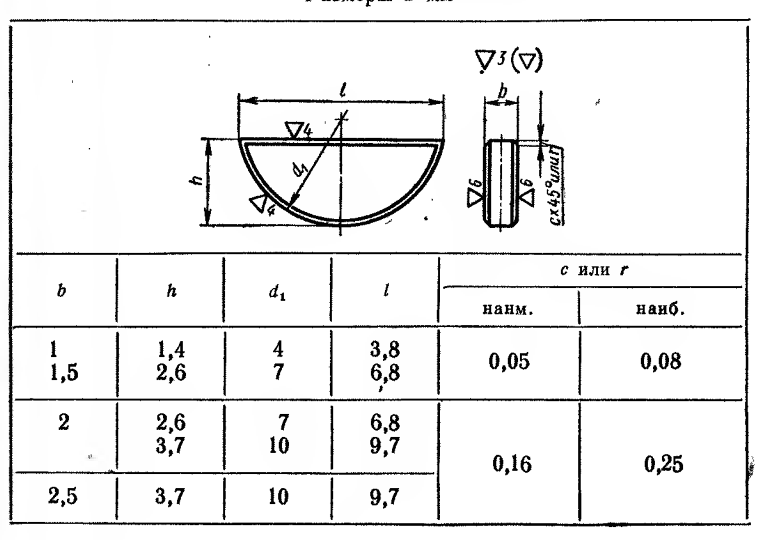
2. В зависимости от принятой базы обработки и измерения на рабочих чертежах должны указываться размеры: $(d + t_1)$ — для втулки; t (предпочтительный вариант) или $(d - t)$ — для вала.

3. Размеры сегментных шпонок — по ГОСТу 8795—68.

Таблица 141

Шпоики сегментные (по ГОСТу 8795—68)

Размеры в мм



b	h	d_1	l	c или r: наим.	наиб.
1 1,5	1,4 2,6	4 7	3,8 6,8	0,05	0,08
2	2,6 3,7	7 10	6,8 9,7	0,16	0,25
2,5	3,7	10	9,7		

Продолжение табл. 141

b	h	d_1	l	c или r наим.	c или r наиб.
3	3,7	10	9,7	0,16	0,25
	5	13	12,6		
	6,5	16	15,7		
4	5	13	12,6		
	6,5	16	15,7		
	7,5	19	18,6		
	9	22	21,6		
5	6,5	16	15,7	0,25	0,4
	7,5	19	18,6		
	9	22	21,6		
	10	25	24,5		
6	(7,5)	(19)	(18,6)		
	9	22	21,6		
	10	25	24,5		
	11	28	27,3		
	13	32	31,4		
8	(9)	(22)	(21,6)		
	11	28	27,3		
	13	32	31,4		
	15	38	37,1		
10	13	32	31,4	0,4	0,6
	15	38	37,1		
	16	45	43,1		
	17	55	50,8		
12	19	65	59,1		

Примечания: 1. Размеры, заключенные в скобки, по возможности не применять.

2. Размеры пазов — по ГОСТу 8794—68.

3. Предельные отклонения размеров шпонок — по ГОСТу 7227—58.

Таблица 142

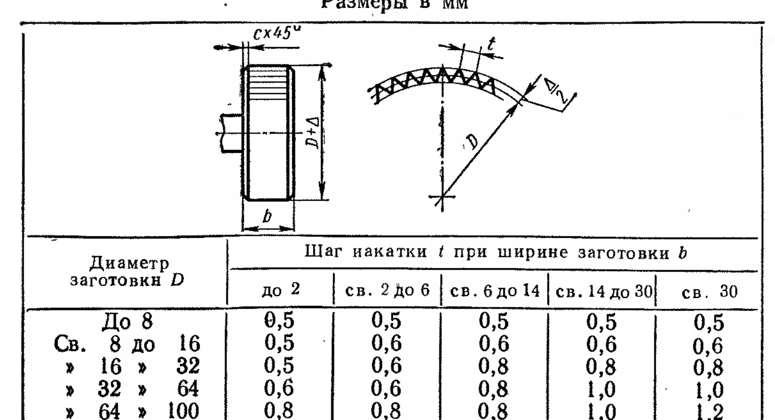
Отверстия под установочные винты
(по ГОСТу 12415—66)

Номинальный диаметр резьбы винта	d_1 (пред. отклон. по A_3)	d_2 (пред. отклон. по A_5)	h (пред. отклон. $\pm \frac{1}{2} A_7$)	h_1 (пред. отклон. $\pm \frac{1}{2} A_7$)	h_2 справ.	h_3 (пред. отклон. $\pm \frac{1}{2} A_7$)
1,0	0,6	—	—	—	0,3	—
1,2	0,8				0,4	
1,6	1,0		0,6		0,5	
2,0	1,2		0,8		0,6	
2,5	1,7		1,0		0,8	
3,0	2,0		1,2		1,0	
4,0	2,5		1,6		1,2	
5,0	3,5	3,0			1,7	3
6,0	4,5	4,0	2,0	1,0	2,2	4
8,0	6,0	5,5	2,5		3,0	5
10,0	7,0	6,4	3,0	1,2	3,5	6
12,0	9,0	8,4	4,0	1,6	4,5	
16,0	12,0	—		2,0	6,0	—
20,0	15,0		6,0	2,5	7,5	
24,0	18,0				9,0	



Прямая накатка (по ОСТу 26016) *Таблица 143*

Размеры в мм

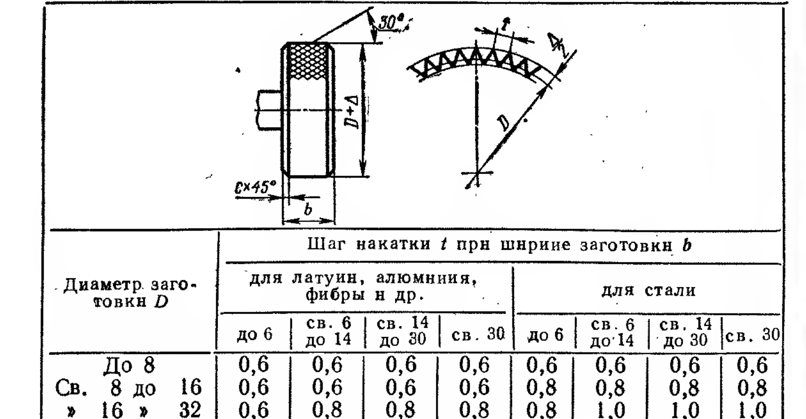


Диаметр заготовки D	Шаг накатки t при ширине заготовки b				
	до 2	св. 2 до 6	св. 6 до 14	св. 14 до 30	св. 30
До 8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Св. 8 до 16	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
» 16 » 32	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8
» 32 » 64	0,6	0,6	0,8	1,0	1,0
» 64 » 100	0,8	0,8	0,8	1,0	1,2

Примечания: 1. Стандарт распространяется на накатку наружных поверхностей для всех материалов. 2. После накатывания диаметр изделия больше диаметра заготовки D на величину $\Delta \approx 0{,}25 \div 0{,}5t$. 3. Пример обозначения прямой накатки с шагом $t = 0{,}8$: *Накатка прямая 0,8 ОСТ 26016.*

Косая сетчатая накатка (по ОСТу 26017) *Таблица 144*

Размеры в мм



Диаметр заготовки D	Шаг накатки t при ширине заготовки b							
	для латуни, алюминия, фибры и др.				для стали			
	до 6	св. 6 до 14	св. 14 до 30	св. 30	до 6	св. 6 до 14	св. 14 до 30	св. 30
До 8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Св. 8 до 16	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
» 16 » 32	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0
» 32 » 64	0,6	0,8	1,0	1,0	0,8	1,0	1,2	1,2
» 64 » 100	0,8	0,8	1,0	1,2	0,8	1,0	1,2	1,6

Примечания: 1. Стандарт распространяется на накатку наружных поверхностей. 2. Пример обозначения косой сетчатой накатки с шагом $t = 0{,}8$: *Накатка сетчатая 0,8 ОСТ 26017.*

СОЕДИНЕНИЯ ЗУБЧАТЫЕ (ШЛИЦЕВЫЕ) ПРЯМОБОЧНЫЕ
(по ГОСТу 1139—58)

Таблица 145

Размеры соединений легкой серии

Размеры в мм

Форма сечения вала. Исполнение A. Форма сечения втулки. Исполнение B.

Номинальный размер $z \times d \times D$	Число зубьев z	d	D	b	d_1, не менее	a, не менее	f номинальный размер	f предельное отклонение	r, не более
6×23×26	6	23	26	6	22,1	3,54	0,3	+0,2	0,2
6×26×30	6	26	30	6	24,6	3,85	0,3	+0,2	0,2
6×28×32	6	28	32	7	26,7	4,03	0,3	+0,2	0,2
8×32×36	8	32	36	6	30,4	2,71	0,4	+0,2	0,3
8×36×40	8	36	40	7	34,5	3,46	0,4	+0,2	0,3
8×42×46	8	42	46	8	40,4	5,03	0,4	+0,2	0,3
8×46×50	8	46	50	9	44,6	5,75	0,4	+0,2	0,3
8×52×58	8	52	58	10	49,7	4,89	0,5	+0,3	0,5
8×56×62	8	56	62	10	53,6	6,38	0,5	+0,3	0,5
8×62×68	8	62	68	12	59,8	7,31	0,5	+0,3	0,5
10×72×78	10	72	78	12	69,6	5,45	0,5	+0,3	0,5
10×82×88	10	82	88	12	79,3	8,62	0,5	+0,3	0,5
10×92×98	10	92	98	14	89,4	10,08	0,5	+0,3	0,5
10×102×108	10	102	108	16	99,9	11,49	0,5	+0,3	0,5
10×112×120	10	112	120	18	108,8	10,72	0,5	+0,3	0,5

Примечание. Размер a дан для валов в исполнении A при изготовлении методом обкатывания.

Таблица 146

Размеры соединений средней серии

Размеры в мм

Форма сечения вала Исполнение *A* — Форма сечения втулки — Исполнение *B*

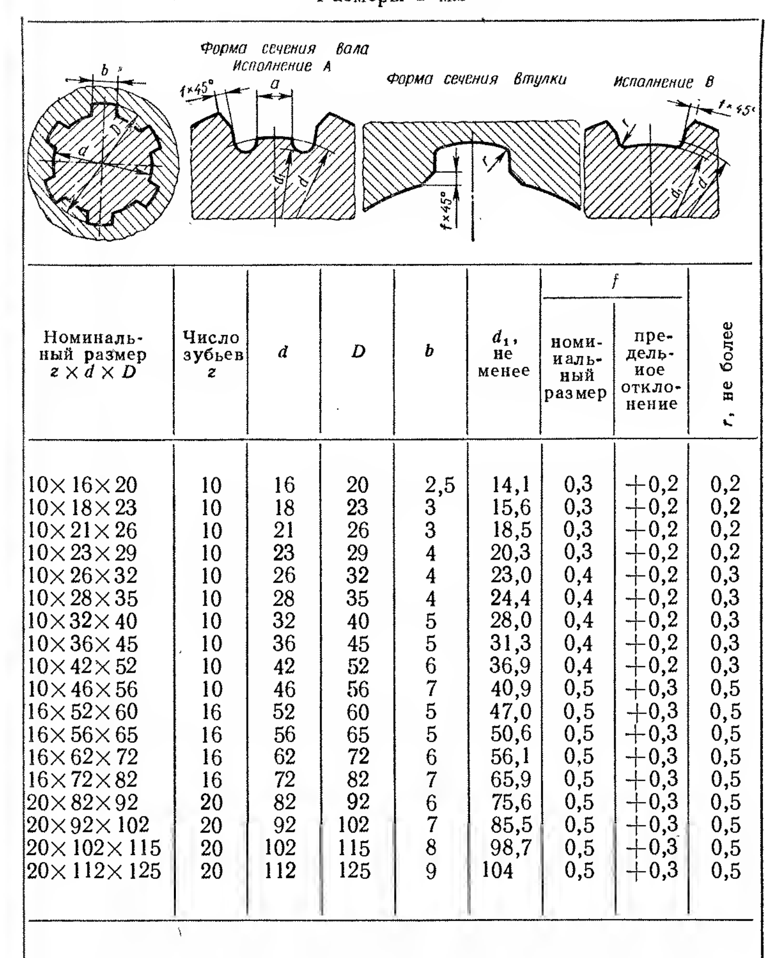
Номинальный размер $z \times d \times D$	Число зубьев z	d	D	b	d_1, не менее	a, не менее	f номинальный размер	f предельное отклонение	r, не более
6×11×14	6	11	14	3	9,9	—	0,3	+0,2	0,2
6×13×16	6	13	16	3,5	12,0	—	0,3	+0,2	0,2
6×16×20	6	16	20	4	14,54	—	0,3	+0,2	0,2
6×18×22	6	18	22	5	16,7	—	0,3	+0,2	0,2
6×21×25	6	21	25	5	19,5	1,95	0,3	+0,2	0,2
6×23×28	6	23	28	6	21,3	1,34	0,3	+0,2	0,2
6×26×32	6	26	32	6	23,4	1,65	0,4	+0,2	0,3
6×28×34	6	28	34	7	25,9	1,70	0,4	+0,2	0,3
8×32×38	8	32	38	6	29,4	—	0,4	+0,2	0,3
8×36×42	8	36	42	7	33,5	1,02	0,4	+0,2	0,3
8×42×48	8	42	48	8	39,5	2,57	0,4	+0,2	0,3
8×46×54	8	46	54	9	42,7	—	0,5	+0,3	0,5
8×52×60	8	52	60	10	48,7	2,44	0,5	+0,3	0,5
8×56×65	8	56	65	10	52,2	2,5	0,5	+0,3	0,5
8×62×72	8	62	72	12	57,8	2,4	0,5	+0,3	0,5
10×72×82	10	72	82	12	67,4	—	0,5	+0,3	0,5
10×82×92	10	82	92	12	77,1	3,0	0,5	+0,3	0,5
10×92×102	10	92	102	14	87,3	4,5	0,5	+0,3	0,5
10×102×112	10	102	112	16	97,7	6,3	0,5	+0,3	0,5
10×112×125	10	112	125	18	106,3	4,4	0,5	+0,3	0,5

Примечание. Размер a дан для валов в исполнении *A* при изготовлении методом обкатывания.

Таблица 147

Размеры соединений тяжелой серии

Размеры в мм



Номинальный размер $z \times d \times D$	Число зубьев z	d	D	b	d_1, не менее	f номинальный размер	f предельное отклонение	r, не более
10×16×20	10	16	20	2,5	14,1	0,3	+0,2	0,2
10×18×23	10	18	23	3	15,6	0,3	+0,2	0,2
10×21×26	10	21	26	3	18,5	0,3	+0,2	0,2
10×23×29	10	23	29	4	20,3	0,3	+0,2	0,2
10×26×32	10	26	32	4	23,0	0,4	+0,2	0,3
10×28×35	10	28	35	4	24,4	0,4	+0,2	0,3
10×32×40	10	32	40	5	28,0	0,4	+0,2	0,3
10×36×45	10	36	45	5	31,3	0,4	+0,2	0,3
10×42×52	10	42	52	6	36,9	0,4	+0,2	0,3
10×46×56	10	46	56	7	40,9	0,5	+0,3	0,5
16×52×60	16	52	60	5	47,0	0,5	+0,3	0,5
16×56×65	16	56	65	5	50,6	0,5	+0,3	0,5
16×62×72	16	62	72	6	56,1	0,5	+0,3	0,5
16×72×82	16	72	82	7	65,9	0,5	+0,3	0,5
20×82×92	20	82	92	6	75,6	0,5	+0,3	0,5
20×92×102	20	92	102	7	85,5	0,5	+0,3	0,5
20×102×115	20	102	115	8	98,7	0,5	+0,3	0,5
20×112×125	20	112	125	9	104	0,5	+0,3	0,5

Примечания: 1. Валы соединений тяжелой серии в исполнении *A* методом обкатывания не изготовляются.

2. Боковые стороны каждого зуба вала должны быть параллельны оси симметрии зуба до пересечения с окружностью диаметра.

3. Фаска у пазов отверстия втулки может быть заменена закруглением, радиус которого должен быть равен величине f.

Таблица 148

ЗАКЛЕПКИ НОРМАЛЬНОЙ ТОЧНОСТИ. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ
(по ГОСТу 10304—70)

Рекомендуемые марки материалов, их условные обозначения, виды, условные обозначения и толщины покрытий заклепок

Материал				Покрытие		
Вид	Условное обозначение вида	Марки	Условное обозначение марки (группы)	Вид	Условное обозначение вида	Обозначение и минимальньня толщина покрытий, мкм, по ГОСТу 9791—68
Углеродистые стали	0	Ст 2 по ГОСТу 14085—68 или ГОСТу 499—70	00	Без покрытия	00	—
		10 по ГОСТу 1050—60	01	Цинковые с хроматированием	01	Ц.6.хр
		10кп по ГОСТу 10702—63		Кадмиевое с хроматированием	02	Кд.6.хр
		Ст 3 по ГОСТу 14085—68 или ГОСТу 499—70	02	Окисное	05	Хим.Окс
		15 по ГОСТу 1050—60 15кп по ГОСТу 10702—63	03	Фосфатное	06	Хим.Фос.
Легированная сталь	1	09Г2 по ГОСТу 5058—65	10			

Продолжение табл. 148

Материал				Покрытие		
Вид	Условное обозначение вида	Марки	Условное обозначение марки (группы)	Вид	Условное обозначение вида	Обозначение и минимальная толщина покрытий, мкм, по ГОСТу 9791—68
Нержавеющая сталь	2	Х18Н9Т по ГОСТу 5632—61	21	Без покрытия	00	
				Пассивное	11	Хим.Пас.
				Серебряное	12	Ср.6
Латуни	3	Л63 по ГОСТу 15527—70	32	Без покрытия	00	—
		Л63 (антимагнитиая) по ГОСТу 15527—70	33	Цинковое с хроматированием	01	Ц3.хр
				Никелевое	03	Н6
				Пассивное	11	Хим.Пас

Продолжение табл. 148

Материалы				Покрытия		
Вид	Условное обозначение вида	Марки	Условное обозначение марки (группы)	Вид	Условное обозначение вида	Обозначение и минимальная толщина покрытий, мкм, по ГОСТу 9791—68
Медь	3	М3 по ГОСТу 859—66 МТ по ГОСТу 2112—71	38	Без покрытия	00	—
				Никелевое	03	Н6
				Пассивное	11	Хим.Пас
Алюминиевые сплавы	3	АМг5П по ГОСТу 4784—65	31	Без покрытия	00	—
		Д18 по ГОСТу 4784—65	35	Окисное анодизационное с хроматированием	10	Ан.Окс.15.хр
		АД1 по ГОСТу 4784—65	37			

Примечание. Вид покрытия 00 в обозначении не указывают.

Таблица 149

Заклепки с полукруглой головкой нормальной точности (по ГОСТу 10299—68)

Размеры в мм

∇4

Диаметр стержня d	1	1,2	(1,4)	1,6	2	2,5	3	(3,5)	4	5	6	8
Диаметр головки D	1,8	2,1	2,5	2,9	3,5	4,4	5,3	6,3	7,1	8,8	11	14
Высота головки H	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	3	3,6	4,8
Радиус под головкой r, не более	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
Радиус сферы головки $R_{справ}$	1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,4	2,9	3,4	3,8	4,7	6	7,5
Расстояние от основания головки до места замера диаметра l	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3	3	3	3	4	4	4
Длина L (от—до)	2—8	2—10	3—12	3—12	3—16	3—20	4—40	5—40	5—50	7—60	8—60	8—70

Диаметр стержня d	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36
Диаметр головки D	16	19	22	25	27	30	35	37	40	45	55
Высота головки H	6	7,2	8,4	9,5	11	12	13	16	18	20	24
Радиус под головкой r, не более	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,5
Радиус сферы головки $R_{справ}$	8,3	9,8	11,4	13	13,8	15,4	18,3	18,7	20,1	22,7	27,8
Расстояние от основания головки до места замера диаметра l	6	6	6	6	8	8	8	8	10	10	10
Длина L (от—до)	14—100	19—110	22—140	22—140	30—140	34—160	38—180	40—180	48—180	55—180	55—180

Ряд длин L: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, (11), 12, (13), 14, (15), 16, (17), 18, (19), 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180.

Примечание. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

Таблица 150

Заклепки с потайной головкой нормальной точности (по ГОСТу 10300—68)

Размеры в мм

Диаметр стержня d	1	1,2	(1,4)	1,6	2	2,5	3	(3,5)	4	5	6	8
Диаметр головки D	1,9	2,3	2,7	2,9	3,9	4,5	5,2	6,1	7,0	8,8	10,3	13,9
Высота головки H	0,5	0,6	0,7	0,7	1	1,1	1,2	1,4	1,6	2	2,4	3,2
Угол $\alpha_{справ}$ . . .	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°
Радиус под головкой, r, не более . . .	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,25	0,25
Расстояние от основания головки до места замера диаметра l	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3	3	3	3	4	4	4
Длина L (от—до)	2—8	3—10	3—12	3—12	3—16	4—20	4—40	5—40	5—50	8—60	8—65	8—65
Диаметр стержня d	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	
Диаметр головки D	17	20	24	24	27	30	33	36	37	41	49	
Высота головки H	4,8	5,6	6,8	7,2	8	9	10	11	12,5	14	16	
Угол $\alpha_{справ}$ . . .	75°	75°	75°	60°	60°	60°	60°	60°	45°	45°	45°	
Радиус под головкой, r, не более . . .	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	
Расстояние от основания головки до места замера диаметра l	6	6	6	6	8	8	8	8	10	10	10	
Длина L (от—до)	15—80	18—90	22—100	24—100	30—120	38—120	38—180	42—180	42—180	50—180	58—180	

Ряд длин L: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, (11), 12, (13), 14, (15), 16, (17), 18, (19), 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180.

Примечание. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

Таблица 151

Заклепки с полукруглой низкой головкой нормальной точности (по ГОСТу 10302—68)

Размеры в мм

Диаметр стержня d	2	2,5	3	(3,5)	4	5	6	8	10
Диаметр головки D	4	5	6	7	8	10	12	16	20
Высота головки H	0,8	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	3	4
Радиус под головкой r, не более	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
Радиус сферы головки $R_{справ}$	2,9	3,6	4,4	5,1	5,8	7,3	8,5	12,2	14,5
Расстояние от основания головки до места замера диаметра l	1,5	3	3	3	3	4	4	4	6
Длина L (от—до)	2—10	4—19	4—38	5—38	6—50	8—50	8—50	10—50	16—50

Ряд длин L: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, (11), 12, (13), 14, (15), 16, (17), 18, (19), 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50.

Примечание. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

Таблица 152

Заклепки с полупотайной головкой нормальной точности (по ГОСТу 10301—68)

Размеры в мм

Диаметр стержня d	2	2,5	3	(3,5)	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36
Диаметр головки D	6	7	8	9,5	10,5	13	11	15	17	20	24	24	27	30	33	36	37	41	49
Высота головки H	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	4,8	5,6	6,8	7,2	8	9	10	11	12,5	14	16
Высота сферы h	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,3	1,5	2,0	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	9
Радиус сферы головки $R_{справ}$	9,3	9,1	10,4	13	14,3	16,9	10,8	15,1	15,7	18,2	22,3	20	22,5	25	27,5	36	29,6	33,5	37,9
Угол $\alpha_{справ}$	120°	120°	120°	120°	120°	120°	90°	90°	75°	75°	75°	60°	60°	60°	60°	60°	45°	45°	45°
Радиус под головкой r, не более	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8
Расстояние от основания головки до места замера диаметра l	1,5	3	3	3	3	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	8	10	10	10
Длина L (от—до)	3—16	3—18	4—26	4—26	5—36	8—48	10—50	14—50	15—75	17—100	19—100	24—100	26—100	30—150	40—210	45—210	48—180	48—180	58—180

Ряд длин L: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, (11), 12, (13), 14, (15), 16, (17), 18, (19), 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210.

Примечание. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

Таблица 153

Заклепки с плоской головкой нормальной точности (по ГОСТу 10303—68)

Размеры в мм

Диаметр стержня d	2	2,5	3	(3,5)	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36
Диаметр головки D	3,8	4,8	5,5	6,5	7,5	9,5	11	14	16	20	22	25	28	32	36	40	45	50	60
Высота головки H	1	1,2	1,6	1,8	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	18
Радиус под головкой r, не более	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,5
Радиус скругления головки r_1, не более	0,5	0,7	0,7	0,8	1,0	1,3	1,3	2,0	2,0	2,6	2,6	3,0	3,3	4,0	4,6	5,3	6,0	6,6	8,0
Расстояние от основания головки до места замера диаметра l	3	3	3	3	3	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	8	10	10	10
Длина L (от — до)	4—10	5—14	5—18	5—18	6—32	8—60	10—60	14—60	16—85	18—90	20—110	24—110	24—120	32—150	38—180	50—180	60—180	60—180	60—180

Ряд длин L: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, (11), 12, (13), 14, (15), 16, (17), 18, (19), 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120. 130, 140, 150, 160, 170, 180.

Примечание. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

Таблица 154

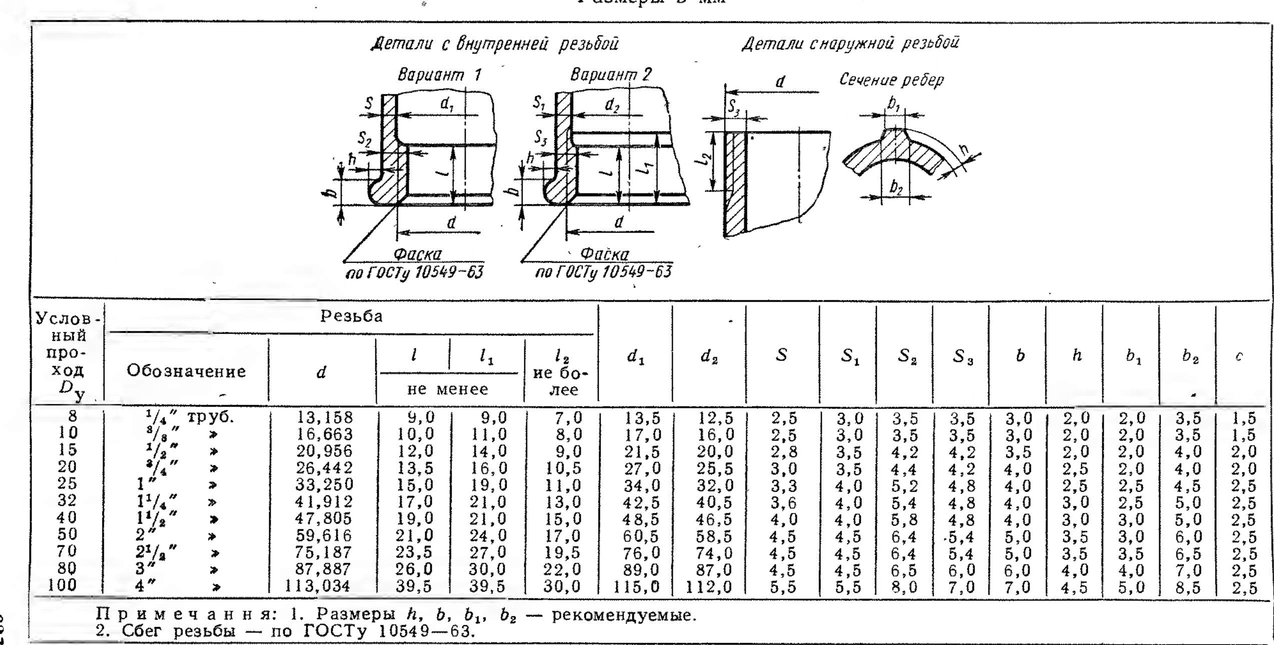
Трубы стальные водогазопроводные
(по ГОСТу 3262—62)

Условный проход в мм	Наружный диаметр в мм	Трубы: легкие	Трубы: обыкновенные	Трубы: усиленные	Резьба: Наружный диаметр в основной плоскости в мм	Резьба: Число ниток на дюйм	Длина до сбега в мм: конической резьбы	Длина до сбега в мм: цилиндрической резьбы длинной	Длина до сбега в мм: цилиндрической резьбы короткой
		Толщина стенки в мм							
6	10,2	1,8	2,0	2,5	—	—	—	—	—
8	13,5	2,0	2,2	2,8	—	—	—	—	—
10	17,0	2,0	2,2	2,8	—	—	—	—	—
15	21,3	2,5	2,8	3,2	20,956	14	15	14	9,0
20	26,8	2,5	2,8	3,2	26,442	14	17	16	10,5
25	33,5	2,8	3,2	4,0	33,250	11	19	18	11,0
32	42,3	2,8	3,2	4,0	41,912	11	22	20	13,0
40	48,0	3,0	3,5	4,0	47,805	11	23	22	15,0
50	60,0	3,0	3,5	4,5	59,616	11	26	24	17,0
70	75,5	3,2	4,0	4,5	75,187	11	30	27	19,5
80	88,5	3,5	4,0	4,5	87,887	11	32	30	22,0
90	101,3	3,5	4,0	4,5	100,334	11	35	33	26,0
100	114,0	4,0	4,5	5,0	113,034	11	38	36	30,0
125	140,0	4,0	4,5	5,5	138,435	11	41	38	33,0
150	(165,0)	4,0	4,5	5,5	163,836	11	45	42	36,0

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЧАСТИ ИЗ КОВКОГО ЧУГУНА С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБОЙ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Таблица 155

Общие конструктивные размеры (по ГОСТу 8945—59)
Размеры в мм

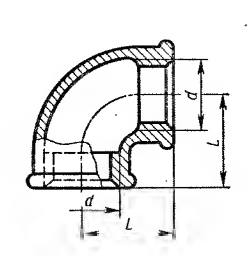


Условный проход $D_у$	Резьба: Обозначение	Резьба: d	Резьба: l (не менее)	Резьба: l_1 (не менее)	Резьба: l_2 не более	d_1	d_2	S	S_1	S_2	S_3	b	h	b_1	b_2	c
8	1/4" труб.	13,158	9,0	9,0	7,0	13,5	12,5	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	2,0	3,5	1,5
10	3/8" »	16,663	10,0	11,0	8,0	17,0	16,0	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	2,0	3,5	1,5
15	1/2" »	20,956	12,0	14,0	9,0	21,5	20,0	2,8	3,5	4,2	4,2	3,5	2,0	2,0	4,0	2,0
20	3/4" »	26,442	13,5	16,0	10,5	27,0	25,5	3,0	3,5	4,4	4,2	4,0	2,5	2,0	4,0	2,0
25	1" »	33,250	15,0	19,0	11,0	34,0	32,0	3,3	4,0	5,2	4,8	4,0	2,5	2,5	4,5	2,5
32	1 1/4" »	41,912	17,0	21,0	13,0	42,5	40,5	3,6	4,0	5,4	4,8	4,0	3,0	2,5	5,0	2,5
40	1 1/2" »	47,805	19,0	21,0	15,0	48,5	46,5	4,0	4,0	5,8	4,8	4,0	3,0	3,0	5,0	2,5
50	2" »	59,616	21,0	24,0	17,0	60,5	58,5	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,5	3,0	6,0	2,5
70	2 1/2" »	75,187	23,5	27,0	19,5	76,0	74,0	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,5	3,5	6,5	2,5
80	3" »	87,887	26,0	30,0	22,0	89,0	87,0	4,5	4,5	6,5	6,0	6,0	4,0	4,0	7,0	2,5
100	4" »	113,034	39,5	39,5	30,0	115,0	112,0	5,5	5,5	8,0	7,0	7,0	4,5	5,0	8,5	2,5

Примечания: 1. Размеры h, b, b_1, b_2 — рекомендуемые.
2. Сбег резьбы — по ГОСТу 10549—63.

Таблица 156

Угольники прямые (по ГОСТу 8946—59)



Условный проход D_y в мм	Резьба d	L в мм	P_y в кгс/см²
8	1/4" труб.	21	16
10	3/8" »	25	
15	1/2" »	28	
20	3/4" »	33	
25	1" »	38	
32	1 1/4" »	45	
40	1 1/2" »	50	
50	2" труб.	58	10
(70)	2 1/2" »	69	
(80)	3" «	78	
(100)	4" »	96	

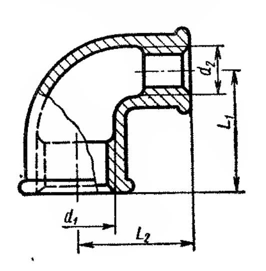
Примеры условных обозначений

Угольника прямого неоцинкованного с D_y 40:
Угольник 40 ГОСТ 8946—59.
То же, оцинкованного:
Угольник О—40 ГОСТ 8946—59.

Примечания: 1. Угольник с D_y, указаниымн в скобках, применять не рекомендуется.
2. Общие конструктивные размеры — по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

Таблица 157

Угольники переходные (по ГОСТу 8947—59)
Основные размеры



Условный проход D_y в мм	Резьба		L_1	L_2	P_y в кгс/см²
	d_1	d_2	в мм		
15×10	1/2" труб.	3/8" труб.	26	26	16
20×10	3/4" »	3/8" »	28	28	16
20×15	3/4" »	1/2" »	30	31	16
25×15	1" »	1/2" »	32	34	16
25×20	1" »	3/4" »	35	36	16
32×20	1 1/4" »	3/4" »	36	41	16
32×25	1 1/4" »	1" »	40	42	16
40×25	1 1/2" »	1" »	42	46	16
40×32	1 1/2" »	1 1/4" »	46	48	16

Примеры условиых обозиачений

Угольника переходного неоцинкованного с D_y 40×25:
Угольник 40×25 ГОСТ 8947—59.
То же, оцинкованного:
Угольник О—40×25 ГОСТ 8947—59.

Примечание. Общие конструктивные размеры — по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

Таблица 158

Тройники прямые (по ГОСТу 8948—59)

Основные размеры

Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	L в мм	$P_у$ в кгс/см²
8	1/4″ труб.	21	16
10	3/8″ »	25	
15	1/2″ »	28	
20	3/4″ »	33	
25	1″ »	38	
32	1 1/4″ »	45	
40	1 1/2″ »	50	
50	2″ труб.	58	10
(70)	2 1/2″ »	69	
(80)	3″ »	78	
(100)	4″ »	96	

Примеры условных обозначений

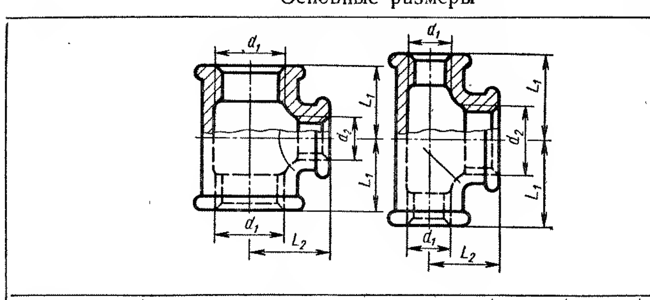
Тройника прямого неоцинкованного с $D_у$ 40:
Тройник 40 ГОСТ 8948—59.
То же, оцинкованного:
Тройник О—40 ГОСТ 8948—59.

Примечания: 1. Тройники с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.
2. Общие конструктивные размеры по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

Таблица 159

Тройники переходные (по ГОСТу 8949—59)

Основные размеры



Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d_1	Резьба d_2	L_1 в мм	L_2 в мм	$P_у$ в кгс/см²
15×10	1/2″ труб.	3/8″ труб.	26	26	16
15×20	1/2″ »	3/4″ »	31	30	
20×10	3/4″ »	3/8″ »	28	28	

Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d_1	Резьба d_2	L_1 в мм	L_2 в мм	$P_у$ в кгс/см²
20×15	3/4″ труб.	1/2″ труб.	30	31	16
25×15	1″ »	1/2″ »	32	34	
25×20	1″ »	3/4″ »	35	36	
32×15	1 1/4″ »	1/2″ »	34	38	
32×20	1 1/4″ »	3/4″ »	36	41	
32×25	1 1/4″ »	1″ »	40	42	
40×15	1 1/2″ »	1/2″ »	36	42	
40×20	1 1/2″ »	3/4″ »	38	44	
40×25	1 1/2″ »	1″ »	42	46	
40×32	1 1/2″ »	1 1/4″ »	46	48	
50×15	2″ труб.	1/2″ труб.	38	48	10
50×20	2″ »	3/4″ »	40	50	
50×25	2″ »	1″ »	44	52	
50×32	2″ »	1 1/4″ »	48	54	
50×40	2″ »	1 1/2″ »	52	55	
(70×32)	2 1/2″ »	1 1/4″ »	52	62	
(70×40)	2 1/2″ »	1 1/2″ »	55	63	
(70×50)	2 1/2″ »	2″ »	61	66	
(80×40)	3″ »	1 1/2″ »	58	71	
(80×50)	3″ »	2″ »	64	73	
(80×70)	3″ »	2 1/2″ »	72	76	
(100×50)	4″ »	2″ »	70	86	
(100×70)	4″ »	2 1/2″ »	78	89	
(100×80)	4″ »	3″ »	84	92	

Примеры условных обозначений

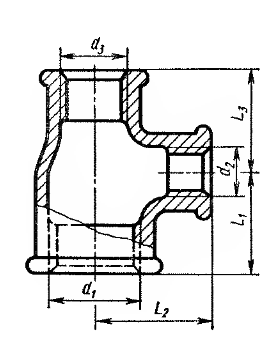
Тройника переходного неоцинкованного с $D_у$ 40×32:
Тройник 40×32 ГОСТ 8949—59.
То же, оцинкованного:
Тройник О—40×32 ГОСТ 8949—59.

Примечания: 1. Тройники с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.
2. Общие конструктивные размеры — по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

Таблица 160

Тройник с двумя переходами (по ГОСТу 8950—59)

Основные размеры



Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d_1	Резьба d_2	Резьба d_3	L_1 в мм	L_2 в мм	L_3 в мм	$P_у$ в кгс/см²
20×15×15	³/₄″ труб.	¹/₂″ труб.	¹/₂″ труб.	30	31	28	16
20×20×15	³/₄″ »	³/₄″ »	¹/₂″ »	33	33	31	16
25×15×20	1″ »	¹/₂″ »	³/₄″ »	32	34	30	16
25×20×20	1″ »	³/₄″ »	³/₄″ »	35	36	33	16
32×20×25	1¹/₄″ »	³/₄″ »	1″ »	36	41	35	16
32×25×25	1¹/₄″ »	1″ »	1″ »	40	42	38	16
40×25×32	1¹/₂″ »	1″ »	1¹/₄″ »	42	46	40	16

Примеры условных обозначений

Тройника с двумя переходами неоцинкованного с $D_у$ 25×15×20:
Тройник 25×15×20 ГОСТ 8950—59.
То же, оцинкованного:
Тройник О—25×15×20 ГОСТ 8950—59.

Примечание. Общие конструктивные размеры по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

Таблица 161

Кресты прямые (по ГОСТу 8951—59)

Основные размеры

Условный проход $D_у$ в мм	Резьба	L в мм	$P_у$ в кгс/см²
10	³/₈″ труб.	25	16
15	¹/₂″ »	28	
20	³/₄″ »	33	
25	1″ »	38	
32	1¹/₄″ »	45	
40	1¹/₂″ »	50	
50	2″ труб.	58	10
(70)	2¹/₂″ »	69	
(80)	3″ »	78	
(100)	4″ »	96	

Примеры условных обозначений

Креста прямого неоцинкованного с $D_у$ 25:
Крест 25 ГОСТ 8951—59.
То же, оцинкованного:
Крест О—25 ГОСТ 8951—59.

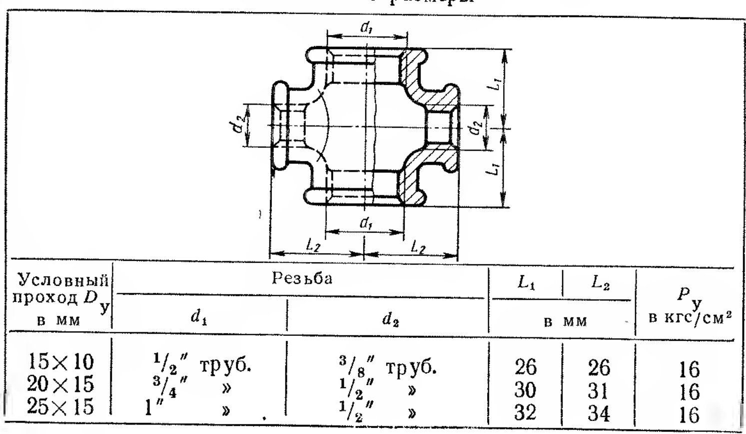
Примечания: 1. Кресты с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.

2. Общие конструктивные размеры по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

Таблица 162

Кресты переходные (по ГОСТу 8952—59)

Основные размеры



Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d_1	Резьба d_2	L_1 в мм	L_2 в мм	$P_у$ в кгс/см²
15×10	¹/₂″ труб.	³/₈″ труб.	26	26	16
20×15	³/₄″ »	¹/₂″ »	30	31	16
25×15	1″ »	¹/₂″ »	32	34	16

Продолжение табл. 162

Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d_1	Резьба d_2	L_1 в мм	L_2 в мм	$P_у$ в кгс/см²
25×20	1″ труб.	¾″ труб.	35	36	16
32×15	1¼″ »	½″ »	34	38	16
32×20	1¼″ »	¾″ »	36	41	16
32×25	1¼″ »	1″ »	40	42	16
40×20	1½″ »	¾″ »	38	44	16
40×25	1½″ »	1″ »	42	46	16
40×32	1½″ »	1¼″ »	46	48	16
50×25	2″ »	1″ »	44	52	10
50×32	2″ »	1¼″ »	48	54	10
50×40	2″ »	1½″ »	52	55	10
(70×32)	2½″ »	1¼″ »	52	62	10
(70×40)	2½″ »	1½″ »	55	63	10
(70×50)	2½″ »	2″ »	61	66	10
(80×40)	3″ »	1½″ »	58	71	10
(80×50)	3″ »	2″ »	64	73	10
(80×70)	3″ »	2½″ »	72	76	10
(100×70)	4″ »	2½″ »	78	89	10
(100×80)	4″ »	3″ »	84	92	10

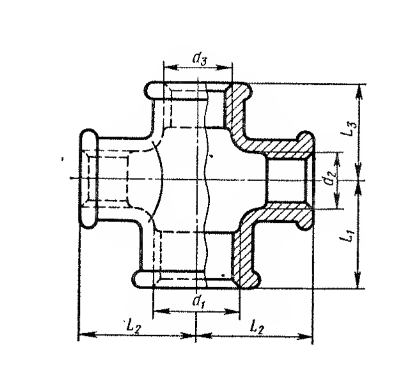
Примеры условных обозначений

Креста переходного неоцинкованного с $D_у$ 25×20:
Крест 25×20 ГОСТ 8952—59.
То же, оцинкованного с $D_у$ 25×20:
Крест О—25×20 ГОСТ 8952—59.

Примечания: 1. Кресты с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.
2. Общие конструктивные размеры по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

Таблица 163

Кресты с двумя переходами (по ГОСТу 8953—59)
Основные размеры



Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d_1	Резьба d_2	Резьба d_3	L_1 в мм	L_2 в мм	L_3 в мм	$P_у$ в кгс/см²
20×15×15	¾″ труб.	½″ труб.	½″ труб.	30	31	28	16
20×20×15	¾″ »	½″ »	½″ »	33	33	31	16
25×15×20	1″ »	¾″ »	¾″ »	32	34	30	16
25×20×20	1″ »	¾″ »	¾″ »	35	36	33	16
32×20×25	1¼″ »	¾″ »	1″ »	36	41	35	16

Примеры условных обозначений

Креста с двумя переходами неоцинкованного с $D_у$ 25×15×20:
Крест 25×15×20 ГОСТ 8953—59.
То же, оцинкованного:
Крест О—25×15×20 ГОСТ 8953—59.

Примечание. Общие конструктивные размеры по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

Таблица 164

Муфты прямые короткие (по ГОСТу 8954—59)
Основные размеры

Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	L в мм	Число ребер	$P_у$ в кгс/см²
8	$^1/_4''$ труб.	22	2	16
10	$^3/_8''$ »	24	2	16
15	$^1/_2''$ »	28	2	16
20	$^3/_4''$ »	31	2	16
25	1″ »	35	4	16
32	$1^1/_4''$ »	39	4	16
40	$1^1/_2''$ »	43	4	16
50	2″ »	47	6	10
(70)	$2^1/_2''$ »	53	6	10
(80)	3″ »	59	6	10
(100)	4″ »	84	6	10

Примеры условных обозначений

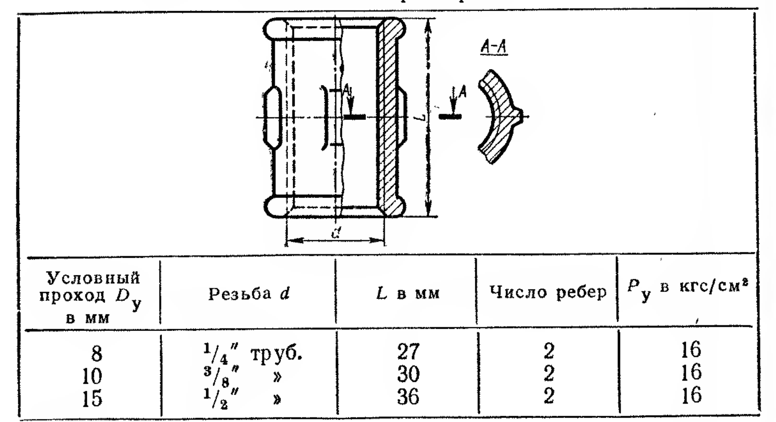
Муфты прямой короткой неоцинкованной с $D_у$ 40:
Муфта короткая 40 ГОСТ 8954—59.
То же, оцинкованной:
Муфта короткая О—40 ГОСТ 8954—59.

Примечания: 1. Муфты с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.

2. Общие конструктивные размеры по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

Таблица 165

Муфты прямые длинные (по ГОСТу 8955—59)
Основные размеры



Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	L в мм	Число ребер	$P_у$ в кгс/см²
8	$^1/_4''$ труб.	27	2	16
10	$^3/_8''$ »	30	2	16
15	$^1/_2''$ »	36	2	16

Продолжение табл. 165

Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	L в мм	Число ребер	$P_у$ в кгс/см²
20	$^3/_4''$ труб.	39	2	16
25	1″ »	45	4	16
32	$1^1/_4''$ »	50	4	16
40	$1^1/_2''$ »	55	4	16
50	2″ »	65	6	10
(70)	$2^1/_2''$ »	74	6	10
(80)	3″ »	80	6	10
(100)	4″ »	94	6	10

Примеры условных обозначений

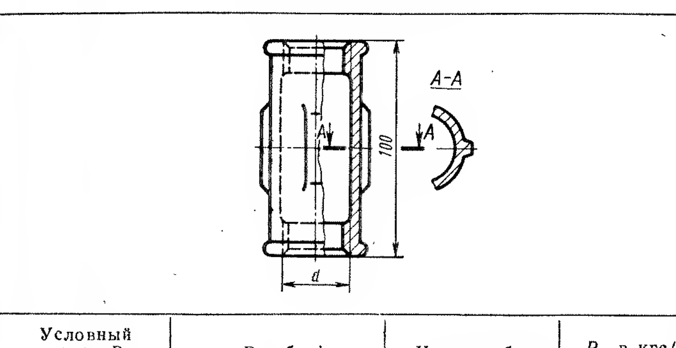
Муфты прямой длинной неоцинкованной с $D_у$ 40:
Муфта длинная 40 ГОСТ 8955—59.
То же, оцинкованной:
Муфта длинная О—40 ГОСТ 8955—59.

Примечания: 1. Муфты с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.

2. Общие конструктивные размеры по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

Таблица 166

Муфты компенсирующие (по ГОСТу 8956—59)
Основные размеры



Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	Число ребер	$P_у$ в кгс/см²
15	$^1/_2''$ труб.	2	16
20	$^3/_4''$ »	2	16
25	1″ »	4	16

Продолжение табл. 166

Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	Число ребер	$P_у$ в кгс/см²
32	1 1/4" труб	4	16
40	1 1/2" »	4	16
50	2" »	6	10

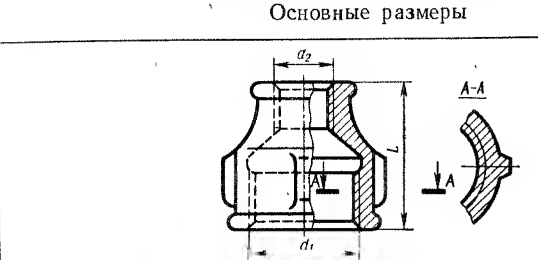
Примеры условных обозначений

Муфты компенсирующей неоцинкованной с $D_у$ 40:
Муфта компенсирующая 40 ГОСТ 8956—59.
То же, оцинкованной:
Муфта компенсирующая О—40 ГОСТ 8956—59.

Примечание. Общие конструктивные размеры по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

Таблица 167

Муфты переходные (по ГОСТу 8957—59)
Основные размеры



Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d_1	Резьба d_2	L в мм	Число ребер	$P_у$ в кгс/см²
10×8	3/8" труб.	1/4" труб.	30	2	16
15×8	1/2" »	1/4" »	36	2	16
15×10	1/2" »	3/8" »	36	2	16
20×10	3/4" »	3/8" »	39	2	16
20×15	3/4" »	1/2" »	39	2	16
25×15	1" »	1/2" »	45	4	16
25×20	1" »	3/4" »	45	4	16
32×15	1 1/4" »	1/2" »	50	4	16
32×20	1 1/4" »	3/4" »	50	4	16
32×25	1 1/4" »	1" »	50	4	16
40×20	1 1/2" »	3/4" »	55	4	16
40×25	1 1/2" »	1" »	55	4	16
40×32	1 1/2" »	1 1/4" »	55	4	16
50×25	2" »	1" »	65	6	10
50×32	2" »	1 1/4" »	65	6	10
50×40	2" »	1 1/2" »	65	6	10

Продолжение табл. 167

Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d_1	Резьба d_2	L в мм	Число ребер	$P_у$ в кгс/см²
(70×32)	2 1/2" труб.	1 1/4" труб.	74	6	10
(70×40)	2 1/2" »	1 1/2" »	74	6	10
(70×50)	2 1/2" »	2" »	74	6	10
(80×40)	3" »	1 1/2" »	80	6	10
(80×50)	3" »	2" »	80	6	10
(80×70)	3" »	2 1/2" »	80	6	10
(100×50)	4" »	2" »	94	6	10
(100×70)	4" »	2 1/2" »	94	6	10
(100×80)	4" »	3" »	94	6	10

Примеры условных обозначений

Муфты переходной неоцинкованной с $D_у$ 32×25:
Муфта 32×25 ГОСТ 8957—59.
То же, оцинкованной:
Муфта О—32×25 ГОСТ 8957—59.

Примечания: 1. Муфты с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.
2. Общие конструктивные размеры — по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

Таблица 168

Ниппели двойные (по ГОСТу 8958—59)
Основные размеры

Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	S в мм	L в мм	h в мм	$P_у$ в кгс/см²
8	1/4" труб.	17	36	7	16
10	3/8" »	19	38	7	16
15	1/2" »	24	44	7	16
20	3/4" »	30	47	8	16
25	1" »	36	53	8	16
32	1 1/4" »	46	57	9	16
40	1 1/2" »	50	59	9	16
50	2" »	65	68	10	10
(70)	2 1/2" »	80	75	11	10
(80)	3" »	95	83	12	10

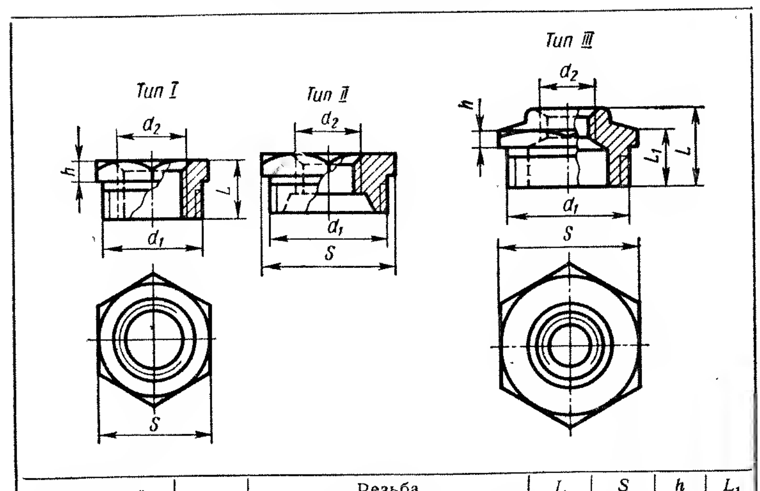
Примеры условных обозначений

Ниппеля двойного неоцинкованного с $D_у$ 40:
Ниппель 40 ГОСТ 8958—59.
То же, оцинкованного:
Ниппель О—40 ГОСТ 8958—59.

Примечания: 1. Ниппель с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.
2. Общие конструктивные размеры по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

Футорки (по ГОСТу 8960—59)

Основные размеры



Условный проход $D_у$ в мм	Тип	Резьба d_1		Резьба d_2		L	S	h	L_1
						в мм			
10×8	I	3/8″	труб.	1/4″	труб.	20	19	7	—
15×8	II	1/2″	»	1/4″	»	24	24	7	—
15×10	I	1/2″	»	3/8″	»	24	24	7	—
20×10	II	3/4″	»	3/8″	»	26	30	7	—
20×15	I	3/4″	»	1/2″	»	26	30	7	—
25×15	II	1″	»	1/2″	»	29	36	7	—
25×20	I	1″	»	3/4″	»	29	36	7	—
32×15	II	1 1/4″	»	1/2″	»	31	46	7	—
32×20	II	1 1/4″	»	3/4″	»	31	46	7	—
32×25	I	1 1/4″	»	1″	»	31	46	7	—
40×15	II	1 1/2″	»	1/2″	»	31	50	7	—
40×20	II	1 1/2″	»	3/4″	»	31	50	7	—
40×25	II	1 1/2″	»	1″	»	31	50	7	—
40×32	I	1 1/2″	»	1 1/4″	»	31	50	7	—
50×15	III	2″	»	1/2″	»	48	65	8	35
50×20	III	2″	»	3/4″	»	48	65	8	35
50×25	II	2″	»	1″	»	35	65	8	—
50×32	II	2″	»	1 1/4″	»	35	65	8	—
50×40	II	2″	»	1 1/2″		35	65	8	—
(70×32)	III	2 1/2″	»	1 1/4″	»	54	80	9	40
(70×40)	II	2 1/2″	»	1 1/2″	»	40	80	9	—
(70×50)	II	2 1/2″	»	2″	»	40	80	9	—
(80×40)	III	3″	»	1 1/2″	»	59	95	10	44
(80×50)	II	3″	»	2″	»	44	95	10	—
(80×70)	II	3″	»	2 1/2″	»	44	95	10	—

Условный проход $D_у$ в мм	Тип	Резьба d_1		Резьба d_2		L	S	h	L_1
						в мм			
(100×50)	III	4″	»	2″	труб.	69	120	11	51
(100×70)	III	4″	»	2 1/2″	»	69	120	11	51
(100×80)	II	4″	»	3″	»	51	120	11	—

Примеры условных обозначений

Футорки неоцинкованной с $D_у$ 25×15:
Футорка 25×15 ГОСТ 8960—59.
То же, оцинкованной:
Футорка 0—25×15 ГОСТ 8960—59.

Примечания: 1. Общие конструктивные размеры по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

2. Футорки с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.

3. Условное давление не должно превышать 16 кгс/мм² при условных проходах не более 40 мм и 10 кгс/см² при условных проходах 50—100 мм.

Таблица 170

Контргайки (по ГОСТу 8961—59)

Основные размеры

Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d		H	S	D	D_1
			в мм			
8	1/4″	труб.	6	22	25,4	20
10	3/8″	»	7	27	31,2	25
15	1/2″	»	8	32	36,9	30
20	3/4″	»	9	36	41,6	33
25	1″	»	10	46	53,1	43
32	1 1/4″	»	11	55	63,5	52
40	1 1/2″	»	12	60	69,3	56
50	2″	»	13	75	86,5	70
(70)	2 1/2″	»	16	95	110	90
(80)	3″	»	19	105	121	100
(100)	4″	»	21	135	156	128

Примеры условных обозначений

Контргайки неоцинкованной с $D_у$ 50:
Контргайка 50 ГОСТ 8961—59.
То же, оцинкованной:
Контргайка 0—50 ГОСТ 8961—59.

Примечания: 1. Контргайки с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.

2. Общие конструктивные размеры по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

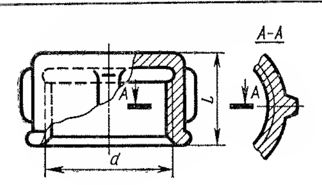
3. Условное давление не должно превышать 16 кгс/см² при условных проходах не более 40 мм и 10 кгс/см² при условных проходах 50—100 мм.

21 Заказ 1011

Таблица 171

Колпаки (по ГОСТу 8962—59)

Основные размеры



Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	L в мм	Число ребер	$P_у$ в кгс/см²
15	$^1/_2$" труб.	19	2	16
20	$^3/_4$" »	22	2	16
25	1" »	24	4	16
32	$1^1/_4$" »	27	4	16
40	$1^1/_2$" »	27	4	16
50	2" »	32	6	10

Примеры условных обозначений

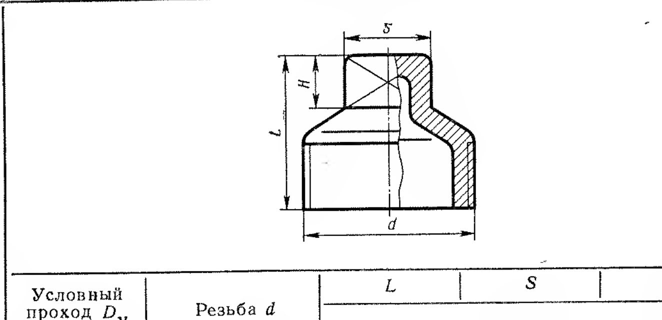
Колпака неоцинкованного с $D_у$ 25:
Колпак 25 ГОСТ 8962—59.
То же, оцинкованного:
Колпак О—25 ГОСТ 8962—59.

Примечание. Общие конструктивные размеры по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

Таблица 172

Пробки (по ГОСТу 8963—59)

Основные размеры



Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	L	S	H
		в мм		
8	$^1/_4$" труб.	22	9	6
10	$^3/_8$" »	24	11	7
15	$^1/_2$" »	26	14	7
20	$^3/_4$" »	32	17	9

Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	L	S	H
		в мм		
25	1" труб.	36	19	10
32	$1^1/_4$" »	39	22	12
40	$1^1/_2$" »	41	22	12
50	2" »	48	27	14
(70)	$2^1/_2$" »	54	32	16
(80)	3" »	60	36	18
(100)	4" »	70	46	22

Примеры условных обозначений

Пробки неоцинкованной с $D_у$ 25:
Пробка 25 ГОСТ 8963—59.
То же, оцинкованной:
Пробка О—25 ГОСТ 8963—59.

Примечания: 1. Пробки с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.

2. Общие конструктивные размеры по табл. 155 (ГОСТ 8945—59).

3. Условное давление не должно превышать 16 кгс/см² при условных проходах не более 40 мм и 10 кгс/см² при условных проходах 50—100 мм.

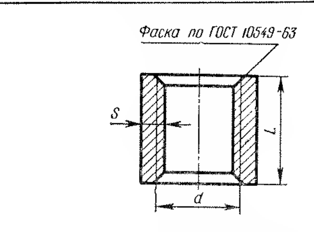
СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ СТАЛЬНЫЕ ЧАСТИ С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБОЙ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ

($P_у$ = 16 кгс/см²)

Таблица 173

Муфты прямые короткие (по ГОСТу 8966—59)

Основные размеры



Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	L	S	Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	L	S
		в мм				в мм	
8	$^1/_4$" труб.	22	3,5	25	1" труб.	35	5
10	$^3/_8$" »	24	3,5	32	$1^1/_4$" »	39	5
15	$^1/_2$" »	28	4	40	$1^1/_2$" »	43	5
20	$^3/_4$" »	31	4	50	2" »	47	5,5

Продолжение табл. 173

Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	L	S	Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	L	S
		в мм				в мм	
(70)	$2^1/_2$″ труб	53	6	(100)	4″ труб	84	8
(80)	3″ »	59	6	(125)	5″ »	90	8
				(150)	6″ »	98	10

Примеры условных обозначений

Муфты прямой короткой неоцинкованной с $D_у$ 50:
Муфта короткая 50 ст. ГОСТ 8966—59.
То же, оцинкованной:
Муфта короткая О—50 ст. ГОСТ 8966—59.

Примечание. S — толщина заготовки. Муфты с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.

Таблица 174

Ниппели

(по ГОСТу 8967—59)

Основные размеры

Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	L в мм
8	$^1/_4$″ труб	18
10	$^3/_8$″ »	20
15	$^1/_2$″ »	24
20	$^3/_4$″ »	27
25	1″ »	30
32	$1^1/_4$″ »	34
40	$1^1/_2$″ »	38
50	2″ »	42
(70)	$2^1/_2$″ »	47
(80)	3″ »	52
(100)	4″ »	79

Примеры условных обозначений

Ниппеля неоцинкованного с $D_у$ 50:
Ниппель 50 ГОСТ 8967—59.
То же, оцинкованного:
Ниппель О—50 ГОСТ 8967—59.

Примечание. Ниппели с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.

Таблица 175

Контргайки (по ГОСТу 8968—59)

Основные размеры

Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	H	S	D'
		в мм		
8	$^1/_4$″ труб	6	22	25,4
10	$^3/_8$″ »	6	27	31,2
15	$^1/_2$″ »	8	32	36,9
20	$^3/_4$″ »	9	36	41,6
25	1″ »	10	46	53,1
32	$1^1/_4$″ »	10	55	63,5
40	$1^1/_2$″ »	10	60	69,4
50	2″ »	10	75	86,5
(70)	$2^1/_2$″ »	12	95	110
(80)	3″ »	12	105	121
(100)	4″ »	14	135	156

Примеры условных обозначений

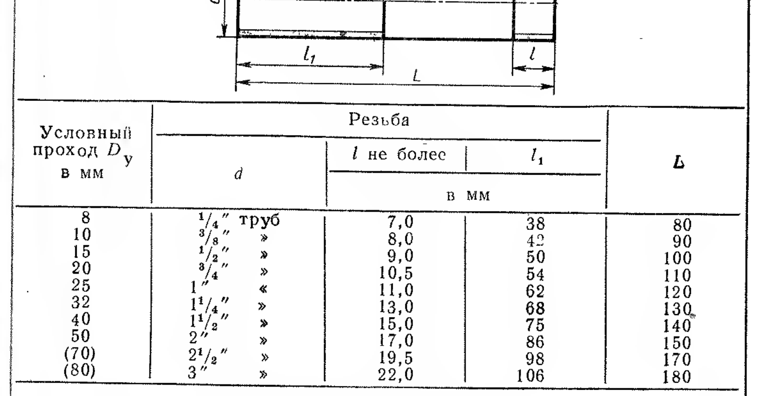
Контргайки неоцинкованные с $D_у$ 40:
Контргайка 40 ГОСТ 8968—59
То же, оцинкованной:
Контргайка О—40 ГОСТ 8968—59

Примечание. Контргайки с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.

Таблица 176

Сгоны (по ГОСТу 8969—59)

Основные размеры



Условный проход $D_у$ в мм	Резьба d	l не более	l_1	L
		в мм		
8	$^1/_4$″ труб	7,0	38	80
10	$^3/_8$″ »	8,0	42	90
15	$^1/_2$″ »	9,0	50	100
20	$^3/_4$″ »	10,5	54	110
25	1″ «	11,0	62	120
32	$1^1/_4$″ »	13,0	68	130
40	$1^1/_2$″ »	15,0	75	140
50	2″ »	17,0	86	150
(70)	$2^1/_2$″ »	19,5	98	170
(80)	3″ »	22,0	106	180

Примеры условных обозначений

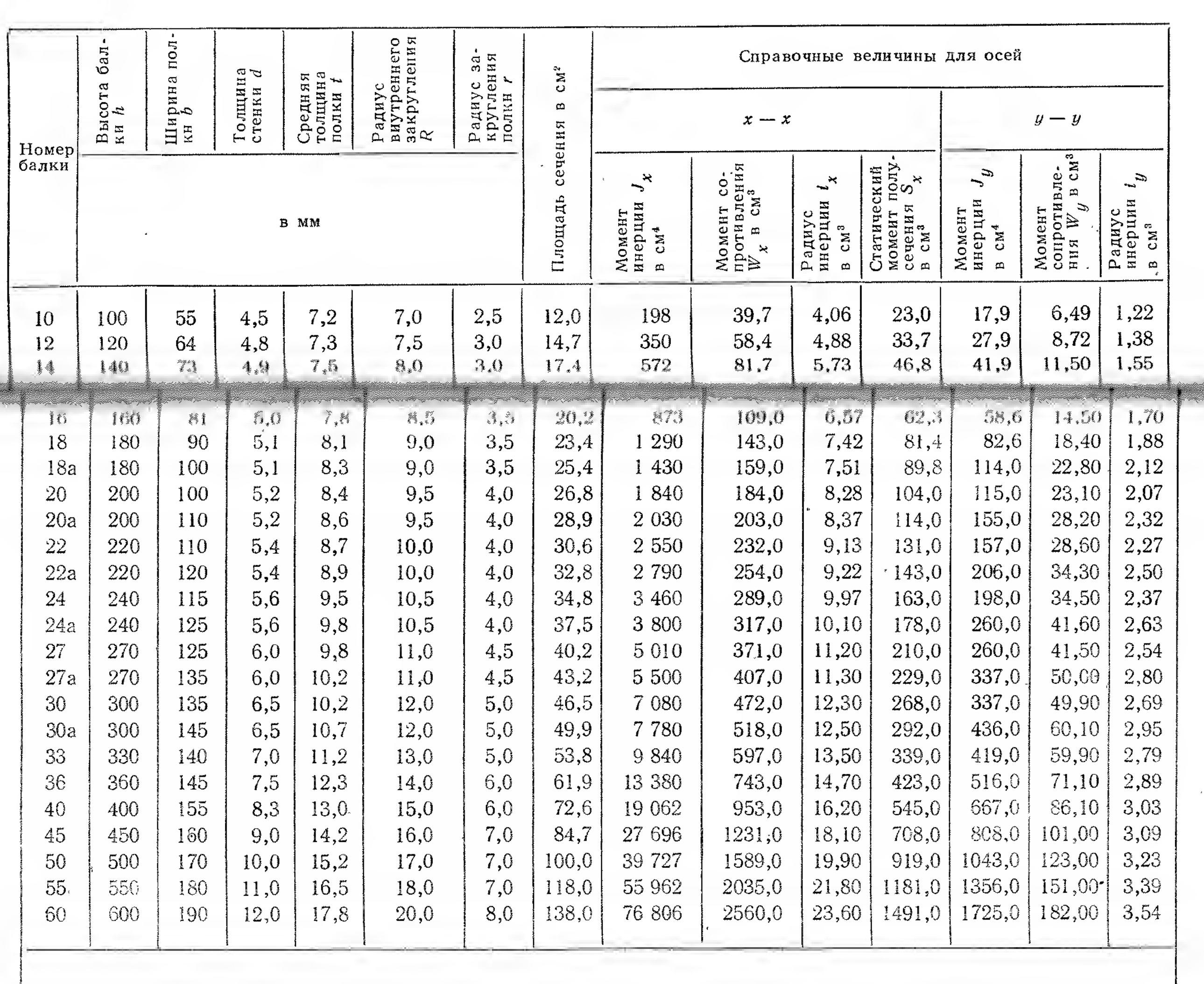
Сгона неоцинкованного с $D_у$ 40:
Сгон 40 ГОСТ 8969—59.
То же, оцинкованного:
Сгон О—40 ГОСТ 8969—59.

Примечания: 1. Сгоны с $D_у$, указанными в скобках, применять не рекомендуется.
2. Сгоны должны изготовляться из труб по ГОСТу 3262—62.

СТАЛЬ ГОРЯЧЕКАТАНАЯ

Таблица 177

Балки двутавровые
(по ГОСТу 8239—72)



Номер балки	Высота балки h	Ширина полки b	Толщина стенки d	Средняя толщина полки t	Радиус внутреннего закругления R	Радиус закругления полки r	Площадь сечения в см²	Справочные величины для осей: $x - x$: Момент инерции J_x в см⁴	$x - x$: Момент сопротивления W_x в см³	$x - x$: Радиус инерции i_x в см³	$x - x$: Статический момент полусечения S_x в см³	$y - y$: Момент инерции J_y в см⁴	$y - y$: Момент сопротивления W_y в см³	$y - y$: Радиус инерции i_y в см³
	в мм													
10	100	55	4,5	7,2	7,0	2,5	12,0	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	7,3	7,5	3,0	14,7	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	7,5	8,0	3,0	17,4	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,50	1,55
16	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5	20,2	873	109,0	6,57	62,3	58,6	14,50	1,70
18	180	90	5,1	8,1	9,0	3,5	23,4	1 290	143,0	7,42	81,4	82,6	18,40	1,88
18a	180	100	5,1	8,3	9,0	3,5	25,4	1 430	159,0	7,51	89,8	114,0	22,80	2,12
20	200	100	5,2	8,4	9,5	4,0	26,8	1 840	184,0	8,28	104,0	115,0	23,10	2,07
20a	200	110	5,2	8,6	9,5	4,0	28,9	2 030	203,0	8,37	114,0	155,0	28,20	2,32
22	220	110	5,4	8,7	10,0	4,0	30,6	2 550	232,0	9,13	131,0	157,0	28,60	2,27
22a	220	120	5,4	8,9	10,0	4,0	32,8	2 790	254,0	9,22	143,0	206,0	34,30	2,50
24	240	115	5,6	9,5	10,5	4,0	34,8	3 460	289,0	9,97	163,0	198,0	34,50	2,37
24a	240	125	5,6	9,8	10,5	4,0	37,5	3 800	317,0	10,10	178,0	260,0	41,60	2,63
27	270	125	6,0	9,8	11,0	4,5	40,2	5 010	371,0	11,20	210,0	260,0	41,50	2,54
27a	270	135	6,0	10,2	11,0	4,5	43,2	5 500	407,0	11,30	229,0	337,0	50,00	2,80
30	300	135	6,5	10,2	12,0	5,0	46,5	7 080	472,0	12,30	268,0	337,0	49,90	2,69
30a	300	145	6,5	10,7	12,0	5,0	49,9	7 780	518,0	12,50	292,0	436,0	60,10	2,95
33	330	140	7,0	11,2	13,0	5,0	53,8	9 840	597,0	13,50	339,0	419,0	59,90	2,79
36	360	145	7,5	12,3	14,0	6,0	61,9	13 380	743,0	14,70	423,0	516,0	71,10	2,89
40	400	155	8,3	13,0	15,0	6,0	72,6	19 062	953,0	16,20	545,0	667,0	86,10	3,03
45	450	160	9,0	14,2	16,0	7,0	84,7	27 696	1231,0	18,10	708,0	808,0	101,00	3,09
50	500	170	10,0	15,2	17,0	7,0	100,0	39 727	1589,0	19,90	919,0	1043,0	123,00	3,23
55	550	180	11,0	16,5	18,0	7,0	118,0	55 962	2035,0	21,80	1181,0	1356,0	151,00	3,39
60	600	190	12,0	17,8	20,0	8,0	138,0	76 806	2560,0	23,60	1491,0	1725,0	182,00	3,54

Пример условного обозначения

Двутавровой балки № 30 из стали марки Ст 3: *Двутавр* $\dfrac{30\ ГОСТ\ 8239—72}{Ст3\ ГОСТ\ 535—58}$.

Примечание. Уклон внутренних граней полок должен быть не более 12%.

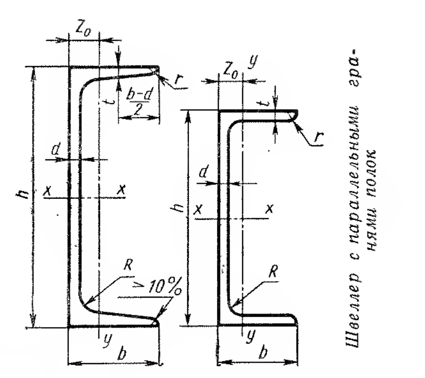


Таблица 178

ШВЕЛЛЕРЫ

Швеллеры с уклоном внутренних граней полок

(по ГОСТу 8240—72)

Номер швеллера	Высота швеллера h	Ширина полки b	Толщина стенки d	Толщина полки t	Радиус внутреннего закругления R	Радиус закругления полки r	Площадь сечения в см²	Справочные величины для осей: $x-x$ — Момент инерции J_x в см⁴	$x-x$ — Момент сопротивления W_x в см³	$x-x$ — Радиус инерции i_x в см	$x-x$ — Статический момент полусечения S_x в см³	$y-y$ — Момент инерции J_y в см⁴	$y-y$ — Момент сопротивления W_y в см³	$y-y$ — Радиус инерции i_y в см	Расстояние от оси до наружной грани стенки z_0 в см
	в мм														
5	50	32	4,4	7,0	6	2,5	6,16	22,8	9,10	1,92	5,59	5,61	2,75	0,954	1,16
6,5	65	36	4,4	7,2	6	2,5	7,51	48,6	15,0	2,54	9,00	8,70	3,68	1,08	1,24
8	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	8,98	89,4	22,4	3,16	13,3	12,8	4,75	1,19	1,31
10	100	46	4,5	7,6	7	3	10,9	174	34,8	3,99	20,4	20,4	6,46	1,37	1,44
12	120	52	4,8	7,8	7,5	3	13,3	304	50,6	4,78	29,6	31,2	8,52	1,53	1,54
14	140	58	4,9	8,1	8	3	15,6	491	70,2	5,60	40,8	45,4	11,0	1,70	1,67
14а	140	62	4,9	8,7	8	3	17,0	545	77,8	5,66	45,1	57,5	13,3	1,84	1,87
16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5	18,1	747	93,4	6,42	54,1	63,3	13,8	1,87	1,80
16а	160	68	5,0	9,0	8,5	3,5	19,5	823	103	6,49	59,4	78,8	16,4	2,01	2,00
18	180	70	5,1	8,7	9	3,5	20,7	1 090	121	7,24	69,8	86,0	17,0	2,04	1,94
18а	180	74	5,1	9,3	9	3,5	22,2	1 190	132	7,32	76,1	105	20,0	2,18	2,13
20	200	76	5,2	9,0	9,5	4	23,4	1 520	152	8,07	87,8	113	20,5	2,20	2,07
20а	200	80	5,2	9,7	9,5	4	25,2	1 670	167	8,15	95,9	139	24,2	2,35	2,28
22	220	82	5,4	9,5	10	4	26,7	2 110	192	8,89	110	151	25,1	2,37	2,21
22а	220	87	5,4	10,2	10	4	28,8	2 330	212	8,99	121	187	30,0	2,55	2,46
24	240	90	5,6	10,0	10,5	4	30,6	2 900	242	9,73	139	208	31,6	2,60	2,42
24а	240	95	5,6	10,7	10,5	4	32,9	3 180	265	9,84	151	254	37,2	2,78	2,67
27	270	95	6,0	10,5	11	4,5	35,2	4 160	308	10,9	178	262	37,3	2,73	2,47
30	300	100	6,5	11,0	12	5	40,5	5 810	387	12,0	224	327	43,6	2,84	2,52
33	330	105	7,0	11,7	13	5	46,5	7 980	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59
36	360	110	7,5	12,6	14	6	53,4	10 820	601	14,2	350	513	61,7	3,10	2,68
40	400	115	8,0	13,5	15	6	61,5	15 220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75

Пример условного обозначения

Швеллера № 20 с уклоном внутренних граней полок из стали марки Ст 3: *Швеллер* $\frac{20\ ГОСТ\ 8240—72}{Ст\ 3\ ГОСТ\ 535—58}$.

То же, с параллельными гранями полок (П) из стали марки Ст 3: *Швеллер* $\frac{20П\ ГОСТ\ 8240—72}{Ст3\ ГОСТ\ 535—58}$.

П р и м е ч а н и е. Уклон внутренних граней полок не более 10%.

Таблица 179

Наименование стандартизованных посадок и обозначение полей допусков отверстий и валов при размерах соединений менее 1 мм

Наименование посадки	Группа посадок	Система отверстия							Система вала						
		Классы точности посадок							Классы точности посадок						
		1	2	2а	3	3а	4	5	1	2	2а	3	3а	4	5
		Обозначение полей допусков отверстий							Обозначение полей допусков валов						
		$А_1$	$А$	$А_{2а}$	$А_3$	$А_{3а}$	$А_4$	$А_5$	$В_1$	$В$	$В_{2а}$	$В_3$	$В_{3а}$	$В_4$	$В_5$
		Обозначение полей допусков валов							Обозначение полей допусков отверстий						
Прессовая 3-я	С натягом	$Пр3_1$	$Пр3$	—	—	—	—	—	$Пр3_1$	$Пр3$	—	—	—	—	—
Прессовая 2-я		$Пр2_1$	$Пр2$	$Пр2_{2а}$	—	—	—	—	$Пр2_1$	$Пр2$	$Пр2_{2а}$	—	—	—	—
Прессовая 1-я		—	—	—	$Пр1_3$	—	—	—	—	—	—	$Пр2_{2а}$	—	—	—
Напряженная	Переходные	$Н_1$	$Н$	$Н_{2а}$	$Н_3$	—	—	—	$Н_1$	$Н$	$Н_{2а}$	$Н_3$	—	—	—
Плотная		—	$П$	$П_{2а}$	$П_3$	—	—	—	—	$П$	$П_{2а}$	$П_3$	—	—	—
Скользящая	С зазором	$С_1$	$С$	$С_{2а}$	$С_1$	$С_{3а}$	$С_4$	$С_5$	$С_1$	$С$	$С_{2а}$	$С_3$	$С_3$	$С_4$	$С_5$
Движения		—	$Д$	—	—	—	—	—	—	$Д$	—	—	—	—	—
Ходовая		$Х_1$	$Х$	$Х_{2а}$	$Х_3$	—	—	—	$Х_1$	$Х$	$Х_{2а}$	$Х_3$	—	—	—
Легкоходовая		$Л_1$	$Л$	$Л_{2а}$	$Л_3$	$Л_{3а}$	—	—	$Л_1$	$Л$	$Л_{2а}$	$Л_3$	$Л_{3а}$	—	—
Широкоходовая		—	$Ш$	—	—	—	—	—	—	$Ш$	—	—	—	—	—
Широкоходовая 1-я		—	$Ш_1$	$Ш1_{2а}$	$Ш1_3$	$Ш1_{3а}$	$Ш1_4$		—	$Ш1$	$Ш1_{2а}$	$Ш1_3$	$Ш1_{3а}$	$Ш1_4$	—
Широкоходовая 2-я		—	—	—	—	$Ш2_{3а}$	$Ш2_4$	—	—	—	—	—	$Ш2_{3а}$	$Ш2_4$	

Таблица 180

Наименование стандартизованных посадок и обозначение полей допусков отверстий и валов при размерах соединений от 1 до 500 мм

Наименование посадки	Группа посадок	Система отверстия							Система вала						
		Классы точности посадок							Классы точности посадок						
		1	2	2а	3	3а	4	5	1	2	2а	3	3а	4	5
		Обозначение полей допусков отверстий							Обозначение полей допусков валов						
		$А_1$	$А$	$А_{2а}$	$А_3$	$А_{3а}$	$А_4$	$А_5$	$В_1$	$В$	$В_{2а}$	$В_3$	$В_{3а}$	$В_4$	$В_5$
		Обозначение полей допусков валов							Обозначение полей допусков отверстий						
Прессовая 3-я	С натягом	—	—	—	$Пр3_3$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Прессовая 2-я		$Пр2_1$	—	$Пр2_{2а}$	$Пр2_3$	—	—	—	—	—	$Пр2_{2а}$	—	—	—	—
Прессовая 1-я		$Пр1_1$	—	$Пр1_{2а}$	$Пр1_3$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Горячая		—	$Гр$	—	—	—	—	—	—	$Гр$	—	—	—	—	—
Прессовая		—	$Пр$	—	—	—	—	—	—	$Пр$	—	—	—	—	—
Легкопрессовая		—	$Пл$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Глухая	Переходные	$Г_1$	$Г$	$Г_{2а}$	—	—	—	—	$Г_1$	$Г$	$Г_{2а}$	—	—	—	—
Тугая		$Т_1$	$Т$	$Т_{2а}$	—	—	—	—	$Т_1$	$Т$	$Т_{2а}$	—	—	—	—
Напряженная		$Н_1$	$Н$	$Н_{2а}$	—	—	—	—	$Н_1$	$Н$	$Н_{2а}$	—	—	—	—
Плотная		$П_1$	$П$	$П_{2а}$	—	—	—	—	$П_1$	$П$	$П_{2а}$	—	—	—	—
Скользящая	С зазором	$С_1$	$С$	$С_{2а}$	$С_3$	$С_{3а}$	$С_4$	$С_5$	$С_1$	$С$	$С_{2а}$	$С_3$	$С_{3а}$	$С_4$	$С_5$
Движения		$Д_1$	$Д$	—	—	—	—	—	$Д_1$	$Д$	—	—	—	—	—
Ходовая		$Х_1$	$Х$	$Х_{2а}$	$Х_3$	—	$Х_4$	$Х_5$	$Х_1$	$Х$	—	$Х_3$	—	$Х_4$	$Х_5$
Легкоходовая		—	$Л$	—	—	—	$Л_4$	—	—	$Л$	—	—	—	$Л_4$	—
Широкоходовая		—	$Ш$	—	$Ш_3$	—	$Ш_4$	—	—	$Ш$	—	$Ш_3$	—	$Ш_4$	—
Тепловая ходовая		—	$ТХ$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 181

Наименование стандартизованных посадок и обозначение полей допусков отверстий и валов при размерах соединений свыше 500 до 10 000 мм

Наименование посадки	Группа посадок	Система отверстия						Система вала					
		Классы точности посадок						Классы точности посадок					
		2	2а	3	3а	4	5	2	2а	3	3а	4	5
		Обозначение полей допусков отверстий						Обозначение полей допусков валов					
		A	$A_{2а}$	A_3	$A_{3а}$	A_4	A_5	B	$B_{2а}$	B_3	$B_{3а}$	B_4	B_5
		Обозначение полей допусков валов						Обозначение полей допусков отверстий					
Прессовая 3-я	С натягом	—	$Пр3_{2а}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Прессовая 2-я		—	$Пр2_{2а}$	$Пр2_3$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Прессовая 1-я		$Пр1$	$Пр1_{2а}$	$Пр1_3$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Прессовая		$Пр$	$Пр_{2а}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Легкопрессовая		$Пл$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Глухая	Переходные	$Г$	$Г_{2а}$	—	—	—	—	$Г$	—	—	—	—	—
Тугая		$Т$	—	—	—	—	—	$Т$	—	—	—	—	—
Напряженная		$Н$	$Н_{2а}$	—	—	—	—	$Н$	—	—	—	—	—
Плотная		$П$	$П_{2а}$	—	—	—	—	$П$	—	—	—	—	—
Скользящая	С зазором	$С$	$С_{2а}$	$С_3$	$С_{3а}$	$С_4$	$С_5$	$С$	$С_{2а}$	$С_3$	$С_{3а}$	$С_4$	$С_5$
Движения		$Д$	$Д_{2а}$	—	—	—	—	$Д$	$Д_{2а}$	—	—	—	—
Ходовая		—	$Х_{2а}$	$Х_3$	—	$Х_4$	$Х_5$	$Х$	—	$Х_3$	—	$Х_4$	—
Легкоходовая		—	—	$Л_3$	—	$Л_4$	—	—	—	$Л_3$	—	$Л_4$	—
Широкоходовая		—	—	$Ш_3$	$Ш_{3а}$	$Ш_4$	—	—	—	$Ш_3$	$Ш_{3а}$	$Ш_4$	—

Таблица 182

Поля допусков отверстий и валов для предпочтительного применения при размерах соединений 1—500 мм
(приложение 2 к ГОСТу 7713—62)

Поля допусков и ряды применения		Класс точности	1	2	2а	3	3а	4	5
Поля допусков отверстия	1-й ряд	Обозначение полей	—	$A = C$	$A_{2а} = C_{2а}$	$A_3 = C_3$	—	$A_4 = C_4$	$A_5 = C_5$
		№ ОСТа	—	1012, 1022	НКМ 1016 НКМ 1026	1013, 1023	—	1014, 1024	1015, 1025
	2-й ряд	Обозначение полей	H_1, $П_1$	$Г$; $Н$; $П$; $Х$	—	$Х_3$	$A_{3а} = C_{3а}$	$Х_4$	—
		№ ОСТа	НКМ 1021	1022	—	1023	НКМ 1017 НКМ 1027	1024	—
Поля допусков валов	1-й ряд	Обозначение полей	—	$Н$; $C = B$ $Х$	$Пр2_{2а}$, $Пр1_{2а}$	$C_3 = B_3$; $Х_3$	—	$C_4 = B_4$, $Х_4$	$C_5 = B_5$
		№ ОСТа	—	1012, 1022	НКМ 1016	1013; 1023	—	1014; 1024	1015; 1025
	2-й ряд	Обозначение полей	$C_1 = B_1$	$Пр$; $Г$; $П$; $Д$; $Л$	$C_{2а} = B_{2а}$	$Ш_3$	—	—	$Х_5$
		№ ОСТа	НКМ 1011 НКМ 1021	1043; 1012	НКМ 1016 НКМ 1026	1013	—	—	1025

Примечания: 1. В первую очередь должны применяться поля допусков 1-го ряда.
2. Поля допусков отверстий H_1, $П_1$ и $П$, поля допусков валов $C_1 = B_1$, $П$ предпочтительно применять для посадок подшипников качения.
3. Поле допуска вала $Пр$ является предпочтительным для применения только при размерах до 80 мм.
4. Допускается применение любых основных и комбинированных посадок, образование сочетаний полей допусков отверстий и валов, указанных в таблице.

Таблица 183

Обозначение форм центровых отверстий и их применение (по ГОСТу 14034—68)

Обозначение формы	Изображение	Название	Применение	Условное обозначение
A	а)	Форма с углом конуса 60° без предохранительного конуса	а) в изделиях, после обработки которых необходимость в центровых отверстиях отпадает; б) в изделиях, которые подвергаются термообработке до твердостей, гарантирующих сохранность центровых отверстий в процессе эксплуатации	Отверстие центровое *A1* ГОСТ 14034—68
B	б)	Форма с углом конуса 60° с предохранительным конусом	В изделиях, у которых центровые отверстия являются базой для повторного или многократного использования, а также в случаях, когда центровые отверстия сохраняются в готовых изделиях	Отверстие центровое *B1* ГОСТ 14034—68

Продолжение табл. 183

Обозначение формы	Изображение	Название	Применение	Условное обозначение
C	в)	Форма с углом конуса 75° без предохранительного конуса	а) во вспомогательном инструменте, в котором обрабатывается режущий инструмент с наружными центрами; б) для обработки крупных валов (назначение, аналогичное с формой *A*)	Отверстие центровое *C8* ГОСТ 14034—68
E	а)	Форма с углом конуса 75° с предохранительным конусом	Для обработки крупных валов (назначение, аналогичное с формой *B*)	Отверстие центровое *E8* ГОСТ 14034—68
R	б)	Форма с дугообразной образующей	Для обработки изделий повышенной точности	Отверстие центровое *R1* ГОСТ 14034—68

Продолжение табл. 183

Обозначение формы	Изображение	Название	Применение	Условное обозначение
F	в)	Форма с метрической резьбой без предохранительного конуса	В изделиях типа валов с креплением деталей по центру вала для монтажных работ, транспортирования, хранения и термообработки деталей в вертикальном положении	Отверстие центровое с резьбой *F M3* ГОСТ 14034—68
H	а)	Форма с метрической резьбой с предохранительным конусом		Отверстие центровое с резьбой *H M3* ГОСТ 14034—68

Продолжение табл. 183

Обозначение формы	Изображение	Название	Применение	Условное обозначение
P	б)	Форма с метрической резьбой	Для конусов инструмента: Морзе, метрических и др.	Отверстие центровое *P M6* ГОСТ 14034—68
T	а)	Форма с углом конуса 60° и предохранительной выточкой	Для оправок и калибров-пробок	—
U	б)	Форма с углом конуса 60 и 75° и предохранительным увеличенным конусом	Для подрезки торца	—

ОБОЗНАЧЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В МАШИНОСТРОЕНИИ

ОТЛИВКИ ИЗ СЕРОГО ЧУГУНА

(по ГОСТу 1412—70)

Стандарт устанавливает следующие марки чугуна с пластинчатым графитом: СЧ 00, СЧ 12-28, СЧ 15-32, СЧ 18-36, СЧ 21-40, СЧ 24-44, СЧ 28-48, СЧ-32-52, СЧ 36-56, СЧ 40-60 и СЧ 44-64.

В марке серого чугуна указаны два двузначных числа. Первое из них указывает предел прочности при растяжении в кгс/мм^2, а второе — предел прочности при изгибе в кгс/мм^2.

Пример условного обозначения: «Чугун СЧ 21-40 ГОСТ 1412—70».

Из серого чугуна отливают крышки, люки, кронштейны, решетки, патрубки, корпуса станков, машин и многие другие изделия.

ОТЛИВКИ ИЗ КОВКОГО ЧУГУНА

(по ГОСТу 1215—59)

Стандарт распространяется на отливки из ковкого чугуна, изготовленные из белого чугуна и подвергнутые термической обработке. Марки ковкого чугуна: КЧ 30-6, КЧ 33-8, КЧ 35-10, КЧ 37-12, КЧ 45-6, КЧ 50-4, КЧ 56-4, КЧ 60-3, КЧ 63-2, где буквы КЧ означают сокращенное наименование ковкого чугуна, первое двузначное число — минимальное значение временного сопротивления разрыву в кгс/мм^2, а второе — минимальное значение относительного удлинения в процентах. Марки расположены по возрастанию показателя твердости по Бринеллю.

Пример условного обозначения: «Чугун КЧ 35-10 ГОСТ 1215—59».

Из ковкого чугуна изготовляют тормозные рычаги, колодки, гайки, упоры, укосины, кулачки, ножи, хомуты, муфты, шкивы, фитинги и др.

ОТЛИВКИ ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКОГО И ЖАРОПРОЧНОГО ЧУГУНА

(по ГОСТу 11849—66)

Стандарт распространяется на отливки из коррозионностойкого и жаропрочного чугунов, предназначенных для эксплуатации при повышенных температурах (до 600° С).

Применяемые марки чугунов:

коррозионностойкий низколегированный — ЧНХТ, ЧН1ХМД;

коррозионностойкий высоколегированный — ЧН1МШ, ЧН15Д7Х2, ЧН15Д3ХШ;

жаропрочный высоколегированный — ЧН19Х3Ш, ЧН11Г7Х2Ш.

В обозначении марок чугуна буква Ч указывает чугун, остальные буквы — основные легирующие элементы в порядке их содержания: Н — никель, Х — хром, Т — титан, Г — марганец, М — молибден, Д — медь; буква Ш указывает, что графит в структуре чугуна имеет шаровидную форму независимо от выбранного модификатора: магния, церия, их сплавов, солей и т. п.; цифры указывают среднее содержание основных легирующих примесей в процентах.

Применение чугуна:

марка ЧНХТ — для деталей поршневых двигателей внутреннего сгорания, компрессоров, деталей машин целлюлозно-бумажного производства и др.;

марка ЧН1ХМД — для деталей поршневых машин, двигателей внутреннего сгорания, компрессоров, работающих в условиях износа и газовой коррозии;

марка ЧН1МШ — для тех же деталей, которые указаны для марок ЧНХТ и ЧН1ХМД, но с повышенными механическими свойствами и термостойкостью при температуре эксплуатации до 500° С;

марки ЧН15Д7Х2 и ЧН15Д3ХШ — для деталей с высокой коррозионной и эрозионной стойкостью в щелочах, слабых растворах кислот, в морской воде, в среде перегретого пара;

марки ЧН19Х3Ш, ЧН11Г7Х2Ш — для деталей, работающих под нагрузкой при повышенных температурах (до 600° С).

Пример условного обозначения: «Чугун ЧНХТ ГОСТ 11849—66».

ОТЛИВКИ ИЗ ЖАРОСТОЙКОГО ЧУГУНА

(по ГОСТу 7769—63)

Стандарт распространяется на отливки из жаростойкого чугуна, предназначенные для эксплуатации при температурах до 1100° С, основным требованием к которым является жаростойкость.

Применяемые марки чугунов:

хромистый — ЖЧХ-0,8, ЖЧХ-1,5, ЖЧХ-2,5; ЖЧХ-30;
кремнистый с пластинчатым графитом — ЖЧС-5,5;
кремнистый с шаровидным графитом — ЖЧСШ-5,5;
алюминиевый с пластинчатым графитом — ЖЧЮ-22;
алюминиевый с шаровидным графитом — ЖЧЮШ-22.

В обозначении марок чугуна буквы ЖЧ указывают жаростойкий чугун, остальные буквы — основные легирующие элементы: Х — хром, С — кремний, Ю — алюминий; буква Ш указывает, что графит в структуре чугуна имеет шаровидную форму; цифры указывают среднее содержание основного легирующего элемента.

Пример условного обозначения: «Чугун ЖЧСШ-5,5 ГОСТ 7769—63».

СТАЛЬ УГЛЕРОДИСТАЯ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА

(по ГОСТу 380—71)

В зависимости от назначения сталь подразделяется на три группы:

А — поставляемую по механическим свойствам;

Б — поставляемую по химическому составу;

В — поставляемую по механическим свойствам и химическому составу.

В зависимости от нормируемых показателей сталь каждой группы подразделяют на категории:

группы А — 1, 2, 3;

группы Б — 1, 2;

группы В — 1, 2, 3, 4, 5 и 6.

Сталь изготовляют следующих марок:

группы А — Ст 0, Ст 1, Ст 2, Ст 3, Ст 4, Ст 5, Ст 6;
группы Б — БСт 0, БСт 1, БСт 2, БСт 3, БСт 4, БСт 5, БСт 6;
группы В — ВСт 1, ВСт 2, ВСт 3, ВСт 4, ВСт 5.

Сталь всех групп с номерами марок 1, 2, 3 и 4 по степени раскисления изготовляют кипящей, полуспокойной и спокойной, с номерами 5 и 6 — полуспокойной и спокойной.

В условном обозначении стали указывают: 1) буквы Ст, означающие «сталь»; 2) цифры от 0 до 6 — условный номер марки стали, 3) буквы Б и В перед обозначением марки означают группу стали; группу А в обозначении марки стали не указывают; 4) индексы — «кп», «пс» или «сп», которые обозначают степень раскисления стали (кипящая, полуспокойная и спокойная сталь).

Например: «Ст 3 ГОСТ 380—71», «БСт 3кп ГОСТ 380—71».

Если необходимо указать категорию стали без указания степени раскисления, то запись производят так: «БСт 3—2 ГОСТ 380—71».

Для обозначения стали с повышенным содержанием марганца к обозначению марки стали после номера марки ставят букву Г, например: «Ст 3Г по ГОСТу 380—71».

СТАЛЬ УГЛЕРОДИСТАЯ КАЧЕСТВЕННАЯ КОНСТРУКЦИОННАЯ

(по ГОСТу 1050—60)

Сталь изготовляется в основных конверторах с продувкой кислородом сверху, в мартеновских и электрических печах спокойная, полуспокойная и кипящая.

В зависимости от химического состава сталь подразделяется на две группы:

I — с нормальным содержанием марганца,
II — с повышенным содержанием марганца.

Сталь изготовляется следующих марок:

Группа I — 05кп; 08кп; 10кп; 10; 15кп; 15; 20кп; 20; 25; 30; 40; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85.

Группа II — 15Г; 20Г; 25Г; 30Г; 35Г; 40Г; 45Г; 50Г; 60Г; 65Г; 70Г.

В марке стали двузначные цифры обозначают среднее содержание углерода в сотых долях процента, буква «Г» — повышенное содержание марганца. Марки кипящей стали имеют в конце индекс «кп».

Для полуспокойной стали в конце обозначения марки добавляют индекс «пс», например, марки 08пс.

Пример обозначения качественной конструкционной стали: «Сталь 45 ГОСТ 1050—60»; «Сталь 45Г ГОСТ 1050—60».

ОТЛИВКИ ИЗ КОНСТРУКЦИОННОЙ НЕЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ

(по ГОСТу 977—65)

В зависимости от назначения и требований, предъявляемых к литым деталям, отливки разделяются на три группы: I — отливки обычного назначения; II — отливки ответственного назначения; III — отливки особо ответственного назначения.

Отливки I группы применяются для деталей, не рассчитываемых на прочность, конфигурация и размеры которых определяются конструктивными и технологическими соображениями;

отливки II группы — для деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при статических нагрузках;

отливки III группы — для деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при динамических и знакопеременных нагрузках.

Отливки изготовляются из стали марок 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л и 55Л.

Пример условного обозначения отливки из стали марки 15Л, группы I: «Сталь 15Л — I ГОСТ 977—65».

СТАЛЬ НИЗКОЛЕГИРОВАННАЯ КОНСТРУКЦИОННАЯ

(по ГОСТу 5058—65)

В зависимости от основного назначения и легирования сталь разделяется на группы:

А — сталь для металлических конструкций:
марганцовистая — 14Г, 19Г, 09Г2, 14Г2, 18Г2;
кремнемарганцовая — 12ГС, 16ГС, 17ГС, 09Г2С, 10Г2С1;
марганцовованадиевая — 15ГФ;
хромокремнемарганцовая — 14ХГС;
хромокремненикелевая с медью — 15ХСНД, 10ХСНД;
Б — сталь для армирования железобетонных конструкций:
кремнемарганцовая — 35ГС, 18Г2С, 25Г2С;
хромомарганцовая с цирконием — 20ХГ2Ц;
кремнистая — 80С.

В обозначении марок стали двузначные цифры слева указывают (приблизительно) содержание углерода в сотых долях процента. Буквы справа от цифр обозначают: Г — марганец, С — кремний, Х — хром, Н — никель, Д — медь, Ц — цирконий, Ф — ванадий. Цифры после букв указывают (приблизительно) процентное содержание соответствующего элемента в целых единицах.

Пример условного обозначения низколегированной конструкционной стали:

«Сталь 14Г2 ГОСТ 5058—65».

ОТЛИВКИ ИЗ КОНСТРУКЦИОННОЙ ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ

(по ГОСТу 7832—65)

Стандарт распространяется на отливки из конструкционной легированной стали. Отливки должны изготовляться из стали марок: 20ГЛ; 27ГЛ, 35ГЛ, 40ГЛ, 20ГСЛ, 30ГСЛ, 40ГФЛ, 32Х06Л, 40ХЛ, 40ХНЛ, 20ХМЛ, 35ХМЛ, 30ХНМЛ, 35ХГСЛ, 35НГМЛ, 08ГДНФЛ, 13ХНДТФЛ, 12ДН2ФЛ, 40ХНТЛ, 12ДХНМФЛ.

Цифры и буквы в наименованиях марок обозначают: двузначные числа — среднее содержание углерода в сотых долях процента; С — кремний, Г — марганец, Х — хром, Н — никель, Д — медь, М — молибден, В — вольфрам, Т — титан, Ф — ванадий, Л — литейная.

Пример условного обозначения стали:

«Сталь 30ГСЛ ГОСТ 7832—65».

СТАЛЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ УГЛЕРОДИСТАЯ

(по ГОСТу 1435—54)

Стандарт распространяется на горячекатаную, кованую и калиброванную углеродистую инструментальную сортовую сталь.

Марки стали: У7; У8; У8Г; У9; У10; У11; У12; У13; У7А; У8А; У8ГА; У9А; У10А; У11А; У12А; У13А.

Марки стали без буквы «А» обозначают группу качественной стали, а марки стали с буквой «А» обозначают группу высококачественной стали. Буква «У» обозначает углеродистую сталь, цифра показывает

среднее содержание углерода в десятых долях процента, а буква «Г» — повышенное содержание марганца.

Пример условного обозначения:

«Сталь У8Г ГОСТ 1435—54».

СТАЛЬ ЛЕГИРОВАННАЯ КОНСТРУКЦИОННАЯ

(по ГОСТу 4543—71)

В зависимости от химического состава и свойств конструкционная сталь делится на категории: а) качественная; б) высококачественная (А); в) особовысококачественная (Ш).

В зависимости от основных легирующих элементов сталь делится на группы: хромистая, марганцовистая, хромомарганцовая, хромокремнистая, хромомолибденовая, хромомолибденованадиевая, хромованадиевая, никельмолибденовая, хромоникелевая и хромоникелевая с бором, хромокремнемарганцовая и хромокремнемарганцовоникелевая, хромомарганцовоникелевая и хромомарганцовоникелевая с титаном и бором, хромоникельмолибденовая, хромоникельмолибденованадиевая и хромоникельванадиевая, хромоалюминиевая и хромоалюминиевая с молибденом.

По видам обработки сталь делится на: а) горячекатаную и кованую; б) калиброванную; в) сталь круглую со специальной отделкой поверхности — серебрянку.

В зависимости от назначения проката горячекатаная сталь делится на подгруппы: «а» — для горячей обработки давлением и холодного волочения и «б» — для холодной механической обработки.

Применяемые марки конструкционной легированной стали:
хромистая — 15Х, 15ХА, 20Х, 30Х, 30ХРА, 35Х, 38ХА, 40Х, 45Х, 50Х;
марганцовистая — 15Г, 20Г, 25Г, 30Г, 35Г, 40Г, 45Г, 50Г, 10Г2, 30Г2, 35Г2, 40Г2, 45Г2, 50Г2;
хромомарганцовая — 18ХГ, 8ХГТ, 20ХГР, 27ХГР, 25ХГТ, 30ХГТ, 40ХГТР, 35ХГФ, 25ХГМ;
хромокремнистая — 33ХС, 38ХС, 40ХС;
хромомолибденовая и хромомолибденованадиевая — 15ХМ, 20ХМ, 30ХМ, 30ХМА, 35ХМ, 38ХМ, 30Х3МФ, 40ХМФА;
хромованадиевая — 15ХФ; 40ХФА;
никельмолибденовая — 15Н2М, (15НМ), 20Н2М, (20НМ);
хромоникелевая и хромоникелевая с бором — 20ХН, 40ХН, 45ХН, 50ХН, 20ХНР, 12ХН2, 12ХН3А, 20ХН3А, 30ХН3А, 12Х2Н4А, 20Х2Н4А;
хромокремнемарганцовая и хромокремнемарганцовоникелевая — 20ХГСА, 25ХГСА, 30ХГС, 30ХГСА, 35ХГСА, 30ХГСН2А, 30ХГСНА;
хромомарганцовоникелевая и хромомарганцовоникелевая с титаном и бором — 15ХГН2ТА, (15ХГНТА), 20ХГНР, 20ХГНТР, 38ХГН;
хромоникельмолибденовая — 14Х2Н3МА, 20ХН2М, (20ХНМ), 30ХН2МА, (30ХНМА), 38Х2Н2МА, (38ХНМА), 40ХН2МА, (40ХНМА);
хромоникельмолибденовая — 40Х2Н2МА, (40Х1НВА), 38ХН3МА, 18Х2Н4МА, (18Х2Н4ВА), 25Х2Н4МА, (25Х2Н4ВА);
хромоникельмолибденованадиевая и хромоникельванадиевая — 30ХН2МФА, (30ХН2ВФА), 36Х2Н2МФА, (36ХН1МФА), 38ХН3МФА, 45ХН2МФА, (45ХНМФА), 20ХН4ФА;
хромоалюминиевая и хромоалюминиевая с молибденом — 38Х2Ю; (38ХЮ), 38Х2МЮА, (38ХМЮА).

В обозначении марок стали первые две цифры указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента, буквы за цифрами означают: Р — бор, Ю — алюминий, С — кремний, Т — титан, Ф — ванадий, Х — хром, Н — никель, М — молибден, В — вольфрам. Цифры, стоящие после букв, указывают примерное содержание легирующего элемента в целых единицах. Отсутствие цифры означает, что в марке содержится до 1,5% легирующего элемента. Буква А в конце наименования марки обозначает «высококачественная сталь». Особовысококачественная сталь обозначается буквой Ш через тире в конце наименования марки. Например, качественная — 30ХГС; высококачественная — 30ХГСА; особовысококачественная — 30ХГС — Ш, 30ХГСА — Ш.

Пример условного обозначения конструкционной легированной стали:

«Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543—71».

СПЛАВЫ МЕДНО-ЦИНКОВЫЕ (ЛАТУНИ) ЛИТЕЙНЫЕ

(по ГОСТу 17711—72).

Стандарт распространяется на литейные медно-цинковые сплавы (латуни), предназначенные для изготовления фасонных отливок.

Применяемые марки медно-цинковых сплавов:
латунь кремнистая — ЛК80-3Л;
латунь кремнисто-свинцовая — ЛКС80-3-3;
латунь алюминиево-железо-марганцовая — ЛАЖМц66-6-3-2;
латунь алюминиевая — ЛА67-2,5;
латунь алюминиево-железная — ЛАЖ60-1-1Л;
латунь марганцово - никеле - железо - алюминиевая — ЛМцНЖА 60-2-1-1-1;
латунь свинцовая — ЛС59-1ЛД;
латунь свинцовая ЛС59-1Л;
латунь марганцово-оловянно-свинцовая — ЛМцОС 58-2-2-2;
латунь марганцово-свинцовая — ЛМцС58-2-2;
латунь марганцовая — ЛМц58-2Л;
латунь марганцово-железная — ЛМцЖ55-3-1;
латунь оловянно-свинцовая — ЛВОС.

Цифры, стоящие справа от буквенного условного обозначения марки латуни, указывают (приблизительно) содержание в процентах основных химических компонентов, например, ЛАЖМц 66-6-3-2 — латунь, содержащая 66% меди, 6% алюминия, 3% железа и 2% марганца, остальное — цинк.

В стандарте указано примерное назначение марок латуни, например, ЛКС80-3-3 — для литых подшипников и втулок неответственного назначения; ЛА67-2,5 — для коррозионностойких деталей, работающих в морской атмосфере и в машиностроении; ЛС59-1ЛД — для литья под давлением и др.

Пример условного обозначения литейной латуни:

«Латунь ЛК80-3Л ГОСТ 17711—72».

БРОНЗЫ ОЛОВЯННЫЕ ЛИТЕЙНЫЕ

(по ГОСТу 613—65)

Стандарт распространяется на литейные многокомпонентные сплавы на медной основе, содержащие олово, цинк, свинец и другие металлы. Предназначаются бронзы для изготовления различной арматуры, антифрикционных и других деталей.

Применяются бронзы следующих марок:

Бр ОЦСН 3-7-5-1; Бр ОЦС 3-12-5; Бр ОЦС 5-5-5; Бр ОЦС 4-4-17; Бр ОЦС 3,5-7-5.

Например, марка Бр ОЦСН-3-7-5-1 означает, что бронза содержит (в среднем) 3% олова, 7% цинка, 5% свинца и 1% никеля, остальное — медь.

Пример условного обозначения:

«Бр ОЦС 5-5-5».

БРОНЗЫ БЕЗОЛОВЯННЫЕ

(по ГОСТу 493—54)

Стандарт распространяется на бронзы, не содержащие олова, применяемые для производства деформированных и литых полуфабрикатов и изделий.

Марки применяемой бронзы: Бр А5, Бр А7; Бр АМц 9-2; Бр АМц 9-2Л, Бр АМц10-2; Бр АЖ 9-4; Бр АЖ 9-4Л; Бр АЖМц 10-3-1,5; Бр АЖС 7-1,5-1,5; Бр АЖН 10-4-4; Бр АЖН-10-4-4Л; Бр АЖН 11-6-6; Бр Б2; Бр БНТ 1,7; Бр БНТ 1,9; Бр КМц 3-1; Бр КН 1-3; Бр Мц 5; Бр С30; Бр СН-60-2,5.

Например, бронза Бр АМц10-2 содержит алюминия (в среднем) 10% и марганца 2%, остальное — медь. Бронза Бр АЖН 11-6-6 содержит 11% алюминия, 6% железа, 6% никеля и остальное — медь.

Пример условного обозначения:

«Бр АМц 9-2Л ГОСТ 493—54».

СПЛАВЫ АЛЮМИНИЕВЫЕ ЛИТЕЙНЫЕ

(по ГОСТу 2685—65)

В зависимости от химического состава алюминиевые литейные сплавы разделяются на пять групп. В группах установлены следующие марки сплавов:

I группа — сплавы на основе системы алюминий—магний; марки: АЛ8; АЛ13; АЛ22; АЛ23-1, АЛ27 и др.;

II группа — сплав на основе системы алюминий—кремний: марки: АЛ2, АЛ4, АЛ4В и др.;

III группа — сплавы на основе системы алюминий—медь; марки: АЛ7, АЛ19 и др.;

IV группа — сплавы на основе алюминий—кремний—медь; марки: АЛ3, АЛ3В, АЛ5, АЛ10В и др.;

V группа — сплавы на основе системы алюминий — прочие компоненты; марки: АЛ1, АЛ11, АЛ17В, АЛ20, АЛ26 и др.

Буква «В» указывает, что отливки изготовляются из литейных алюминиевых сплавов в чушках по ГОСТу 1583—53.

Пример условного обозначения:

«АЛ17В ГОСТ 2685—63».

БАББИТЫ ОЛОВЯННЫЕ И СВИНЦОВЫЕ

(ГОСТ 1320—55)

Марки баббитов: Б89, Б83, Б16, Б6, БН, БТ. Цифра указывает содержание свинца.

Пример условного обозначения:

«Баббит Б83 ГОСТ 1320—55».

ПЛАСТМАССЫ И НЕКОТОРЫЕ ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ

Пластмассы находят широкое применение в машиностроении благодаря особым физическим и механическим качествам, легкости использования их для литья, прессования, шприцевания, сварки, склейки и др.

Пластмассы подразделяются на термопластические и термореактивные. Укажем некоторые марки пластмасс, употребляемые в машиностроении.

Полиэтилен (ГОСТ 16337—70). Марки: 10003—002; 10403—003. Применяется для изготовления клапанов, золотников, звездочек и др.

Полиуретин (ТУ-МХП М216—52) — ПУ-1. Имеет то же применение, что и полиэтилен.

Винипласт (ГОСТ 9639—71). Марки: ВН, ВП, ВНЭ. Применяется для трубок, корпусов вентилей и др.

Фторопласт-4 (ГОСТ 10007—62). Применяется для прокладок, манжет, седел клапанов, вкладышей подшипников и др.

Фенопласт (ГОСТ 5689—66). Марки: К-17-2, К-18-2. Применяется для клапанов, наконечников, рукояток, маховичков и др.

Стеклотекстолит (ГОСТ 10292—62). Марки: КАСТ; КАСТ—В; КАСТ—Р. Применяется для фланцев, крышек, вкладышей подшипников, втулок и др.

Текстолит (ГОСТ 5—72). Марки: ПТК, ПТ, ПТ1. Применяется для шкивов, кронштейнов и др.

Гетинакс электротехнический листовой (ГОСТ 2718—66). Марки: I, II, III, IV, V-1, V-2, VI, VII и VIII. Применяется в качестве электроизоляционного материала.

Текстолит электротехнический листовой (ГОСТ 2910—67). Марки: А, Б, Г, ВЧ. Применяется в качестве электроизоляционного материала. Примеры условного обозначения пластмасс: текстолит марки Б, толщиной 3 мм:

«Текстолит Б-3,0, ГОСТ 2910—67»;

гетинакс марки V-1, толщиной 12 мм, шириной 700 мм, длиной 930 мм,

«Гетинакс V-1, 12,0 — 700×930, ГОСТ 2718—66»;

фенопласт группы Э2 марки К-21-22;

«Фенопласт Э2/К-21-22, ГОСТ 5689—66».

Рассмотрим некоторые другие материалы, встречающиеся при выполнении чертежей.

Прессшпан (ГОСТ 6983—54). Марки: А и Б (уплотненный картон).

Паронит (ГОСТ 481—71). Марки: ПОН, ПМБ, ПА, ПЭ. Применяется для уплотнения разъемных соединений с различной рабочей средой.

Пример условного обозначения паронита марки ПОН (т. е. общего назначения) толщиной 0,6 мм, шириной 500 мм, длиной 750 мм:

Паронит ПОН 0,6×500×750 ГОСТ 481—71.

Фибра листовая (ГОСТ 14613—69). Марки: ФСВ, ФТ, ФЭ, ФП, ФПК, ФК, КГФ, ФКДГ. Применяется для изготовления деталей в машиностроении, приборостроении, как прокладочный материал, а также для уплотнительных колец.

Резина листовая техническая (ГОСТ 7338—65) — КЩ (кислотощелочестойкая), Т (теплостойкая), М (морозостойкая), МБ (маслобензостойкая), П (пищевая). Предназначается для изготовления клапанов, прокладок, уплотнителей и др.

Пример условного обозначения листовой технической резины толщиной 3 мм, маслобензостойкой, марки А, мягкой, поставляемой в виде пластин:

Резина — пластина 3МБ-А-м ГОСТ 7338—65.

Таблица 184

Обозначения общего применения (по ГОСТу 2.721—68)
Обозначения направления движения

Наименование	Обозначение
Движение прямолинейное: в одном направлении (например, вправо)	
в обоих направлениях	
возвратно-поступательное	
прерывистое (например, вправо)	
с переключением	
с ограничением	
Примечание. Если необходимо указать, что перемещение осуществляется на определенную длину, то величину перемещения проставляют около изображения стрелки, например, на 40 мм	40 мм
Движение вращательное: в одном направлении (например, по часовой стрелке)	
в обоих направлениях	
качательное	
Примечание. Для качательного движения главного лепестка антенны применяют следующее обозначение:	
прерывистое (например, по часовой стрелке)	
с переключением	
с ограничением например, по часовой стрелке)	
Примечание. Если необходимо указать, что поворот осуществляется на определенный угол, то величину поворота проставляют около изображения стрелки, например, на 45°	45°
Вращение вала: в одном направлении: по часовой стрелке	
против часовой стрелки	
в обоих направлениях	
качательное	
Движение винтовое (например, вправо)	

Таблица 185

Обозначения направления потока энергии, жидкости, газа

Наименование	Обозначение
Поток электромагнитной энергии, сигнал электрический: в одном направлении (например, вправо)	
в обоих направлениях не одновременно	
в обоих направлениях одновременно	
Поток жидкости: в одном направлении (например, вправо)	
в обоих направлениях	
Поток газа (воздуха): в одном направлении (например, вправо)	
в обоих направлениях	

Таблица 186

Обозначения линий механической связи

Наименование	Обозначение
Линия механической связи в гидравлических и пневматических схемах	
Линия механической связи в электрических схемах	
Примечание. При небольшом расстоянии между элементами и их составными частями допускается применять следующее обозначение	

Таблица 187

Обозначения регулирования

Наименование	Обозначение
Регулирование. Общее обозначение	
Примечания:	
1. Если необходимо уточнить характер регулирования (плавное или ступенчатое), то используют следующие обозначения:	
а) регулирование плавное	
б) регулирование ступенчатое	
2. При изображении ступенчатого регулирования допускается указывать количество ступеней, например, регулирование пятиступенчатое	5
3. Около знака регулирования допускается указывать уточняющие данные, например, регулирование при токе, равном нулю ($I = 0$)	I=0
4. Если необходимо указать способ регулирования электрических элементов, то используют следующие обозначения:	
а) регулирование выведенной наружу ручкой	
б) регулирование инструментом, элемент регулирования (например, ось потенциометра) выведен наружу	
в) регулирование инструментом, элемент регулирования (например, ось потенциометра) находится внутри устройства	
5. При изображении способа регулирования электрических элементов допускается указывать стрелкой направление движения органа регулирования, при котором происходит увеличение регулируемой величины, например, регулирование выведенной наружу ручкой	
Регулирование подстроечное	

Наименование	Обозначение
Регулирование нелинейное (регулируемая величина изменяется по нелинейному закону)	
Саморегулирование: линейное	
нелинейное	
Примечание. Допускается указывать буквенное обозначение физической величины (напряжение — U, ток — I, давление — p, температура — t° и др.), под влиянием которой происходит саморегулирование элемента, например, нелинейное изменение регулируемой величины в зависимости от напряжения	U

Таблица 188

Примеры построения обозначений регулируемых элементов

Наименование	Обозначение
Передача ременная с шестиступенчатым изменением передаточного отношения	6
Конденсатор подстроечный	
Резистор функциональный (например, синусный)	sin x
Насос регулируемый с приводом от электродвигателя	M

Таблица 189

Размеры условных графических обозначеиий
(по ГОСТу 2.747—68)

Наименование	Обозначение
Корпус	
Заземление	
Соединение электрическое металлическое	
Магнит постоянный	
Элемент гальванический или аккумуляторный	
Элемент нагревательный	
Статор электрической машины	
Ротор электрической машины	
Термоэлемент, термопара	
Прибор измерительный	
Промежуток искровой	

Продолжение табл. 189

Наименование	Обозначение
Предохранитель плавкий	
Контакт:	
выключателя и переключателя	
реле	
реле, контактора, пускателя, силового контроллера	
Контакт телефонного гнезда и телефонного ключа без фиксации	
Контакт телефонного гнезда с фиксацией	
Кнопка	
Гнездо телефонное	
Выключатель	
Штепсель	
Разъем штепсельный	
Обмотка реле, контактора, магнитного пускателя	

Наименование	Обозначение
Электромагнит, обмотка электромагнита искателя	6; 12
Резистор	4; 10
Конденсатор	1; 6
Катушка индуктивности, обмотка	R1,5...4
Обмотка трансформатора	Ø10
Баллон электровакуумного прибора	Ø14; R7; 18; 14; R8; 30; 30
Баллон лампы бегущей волны, баллон лампы обратной волны	R7; 14; 40
Баллон приемной телевизионной трубки (кинескопа), осциллографической трубки	34; 12; 50; 30
Лампа накаливания (осветительная и сигнальная) (общее обозначение)	Ø6...8
Баллон высокочастотного разрядника, баллон ионного прибора	Ø14
Диод полупроводниковый	60°; 5

Наименование	Обозначение
Триод полупроводниковый	2; 60°; 1,5; 4; Ø10
Резонатор	R5; 60°
Линия коаксиальная	Ø6
Волновод:	
прямоугольный	3; 6
круглый	Ø6
Неоднородность. Общее обозначение	60°; 16
Устройство СВЧ, устройства связи, аппарат и трансляция телеграфные, элементы и устройства вычислительной техники, линии задержки для функциональных схем (общее обозначение)	15; 20; 10...12; 10...12
Устройство квантовое	15; 15
Элемент логический	R7; 5
Антенна (общее обозначение)	60°; 5
Противовес	4; 1,5; 10

Продолжение табл. 189

Наименование	Обозначение
Аппарат телефонный (общее обозначение)	
Микрофон	
Коммутатор телефонный (общее обозначение)	
Телефон	
Громкоговоритель (репродуктор)	
Головка акустическая	
Звонок электрический	
Электрозапал (пиропатрон)	
Пьезоэлемент	
Электронагреватель	
Устройство электротермическое	
Установка электротермическая	

Таблица 190

Обозначения элементов кинематики
(по ГОСТу 2.770—68)

Наименование	Обозначение
Вал, валик, ось, стержень, шатун и т. п.	
Неподвижное закрепление оси, стержня, пальца и т. п.	
Неподвижная опора для стержня, движущегося возвратно-поступательно: скольжения качения	
Опора для стержня: неподвижная подвижная	
Соединение стержней: жесткое шарнирное шаровым шарниром жесткое с шарнирным присоединением третьего стержня жесткое с шаровым шарнирным присоединением третьего стержня	
Соединение стержня с неподвижной опорой: шарнирное с движением в плоскости чертежа шаровым шарниром	
Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа): радиальный радиально-упорные: односторонний двусторонний упорные: односторонний двусторонний	

Наименование	Обозначение
Подшипники скольжения:	
радиальный	
радиальный самоустанавливающийся	
радиально-упорные:	
односторонний	
двусторонний	
упорные:	
одиосторонний	
двусторонний	
Подшипники качения:	
радиальный (общее обозначение)	
радиальный самоустанавливающийся	
радиальный роликовый	
радиальный роликовый самоустанавливающийся	
радиально-упорные (общее обозначение): односторонний	
двусторонний	
радиально-упорные роликовые:	
односторонний	
двусторонний	
упорные шариковые:	
одинарный	
двойной	
упорный роликовый одиосторониний	
Соединение детали с валом:	
свободиое при вращении	
подвижное без вращения	

Наименование	Обозиачение
при помощи вытяжной шпонки	
глухое	
Соединение двух валов:	
глухое	
глухое с предохранением от перегрузки	
эластичное	
шарнирное	
телескопическое	
зубчатой муфтой	
предохранительной муфтой	
Муфты сцепления кулачковые:	
одиосторонняя	
двустороняя	
Муфты сцепления фрикционные:	
общее обозначение (без уточнеиия типа)	
то же, при необходимости указания крепления на валу	
односторонние (общее обозначение)	
одностороиние электромагнитные (общее обозначение)	
односторонние гидравлические или пневматические (общее обозначение)	

Наименование	Обозначение
двусторонние (общее обозначение)	
двусторонние электромагнитные (общее обозначение)	
двусторонние гидравлические или пневматические (общее обозначение)	
конусные двусторонние	
дисковые двусторонние	
дисковые односторонние	
с колодками	
с разжимным кольцом	
Муфты самовключающиеся: центробежные	
обгона односторонние	
обгона двусторонние	
Тормоза: конусные	
колодочные	
ленточные	
дисковые	
дисковые электромагнитные	

Наименование	Обозначение
дисковые гидравлические или пневматические	
винтовые грузоупорные	
Кулачки плоские: продольного перемещения	
дисковые	
Кулачки барабанные: цилиндрические	
конические	
криволинейные	
Толкатели для кулачковых механизмов: пальцевые, тарельчатые, роликовые	
Ползун в неподвижных направляющих	
Цилиндр с поршнем: неподвижный с шатуном	
неподвижный со штоком	
качающийся	
Соединение кривошипа с шатуном: с постоянным радиусом	
с переменным радиусом	
Соединение коленчатого вала с шатуном: с одним коленом	
с несколькими коленами	

Наименование	Обозначение
с коленом с жестким противовесом	
с коленом с маятниковым противовесом	
Кривошипно-кулисные механизмы:	
с поступательно движущейся кулисой	
с вращающейся кулисой	
с качающейся кулисой	
то же, с перемеиным радиусом	
Храповые зубчатые механизмы:	
с наружным зацеплением одностороиние	
с наружным зацеплением двусторонние	
с виутренним зацеплением односторонние	
Мальтийские механизмы с радиальным расположением пазов у мальтийского креста:	
с наружным зацеплением	

Наименование	Обозначение
с внутренним зацеплением	
Передачи фрикционные:	
с цилиндрическими роликами	
с коническими роликами	
с коническими роликами регулируемые	
торцовые (лобовые) регулируемые	
с цилиндрическими роликами, преобразующие вращательное движение в поступательное	
с гиперболоидными роликами, преобразующие вращательное движеиие в винтовое	
Маховик на валу	
Шкив ступенчатый, закрепленый иа валу	
Передачи плоским ремием:	
открытые	
открытые с натяжным роликом	
перекрестные	

Наименование	Обозначение
полуперекрестные	
угловые	
Отводка ремня	
Передача клиновидным ремнем	
Передача круглым ремнем и шнуром	
Передача зубчатым ремнем	
Передача цепью (общее обозначение без уточнения типа цепи)	
Передачи зубчатые (цилиндрические):	
внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
то же, с прямыми, косыми и шевронными зубьями	
внутреннее зацепление	

Наименование	Обозначение
Передачи зубчатые с пересекающимися валами (конические):	
общее обозначение без уточнения типа зубьев	
с прямыми, спиральными и круговыми зубьями	
Передачи зубчатые со скрещивающимися валами:	
червячные с цилиндрическим червяком	
червячные глобоидные	
винтовые	
Передачи зубчатые реечные:	
общее обозначение без уточнения типа зубьев	
с прямыми, косыми и шевронными зубьями	
с червячной рейкой и червяком	
с зубчатой рейкой и червяком	

Наименование	Обозначение
Винт, передающий движение	
Гайка на винте, передающем движение: неразъемная неразъемная с шарнками разъемная	
Пружины: цилиндрические сжатия цилиндрические растяжения конические сжатия цилиндрические, работающие на кручение спиральные листовые: одинарная рессора тарельчатые	
Рычаг переключения	
Конец вала под съемную рукоятку	
Эксцентрик	
Рукоятка	
Маховичок	
Передвижные упоры	
Валы трансмиссионные в подшипниках: на подвеске на кронштейне на козлах	

Обозначение	Наименование
Гибкий вал для передачи крутящего момента	
Блок канатной передачи	

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабулин Н. А. Построение и чтение машиностроительных чертежей, изд. 4-е. М., «Высшая школа», 1971.

2. Баталов Н. М. и Малкин Д. М. Технические основы машиностроительного чертежа. М., Машгиз, 1962.

3. Батурин А. Т., Ицкович Г. М., Панич Б. Б., Черних И. М. Детали машин, изд. 6-е, М., «Машиностроение», 1971.

4. Бубенников А. В. и Громов М. Я. Начертательная геометрия. М., «Высшая школа», 1965.

5. Галкин В. Д., Обидаров В. Н. Простановка размеров допусков и условных обозначений на чертежах. М., «Машиностроение», 1967.

6. Герб М. А. Составление и чтение машиностроительных чертежей. М.—Л., Машгиз, 1963.

7. Годик Е. И. Справочное руководство по черчению. М., «Машиностроение», 1966.

8. Годик Е. И., Лисянский В. М., Михайленко В. Е., Пономарев А. М. Техническое черчение (на украинском языке). Киев, «Высшая школа», 1971.

9. Гордон В. О. и Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии. М., «Высшая школа», 1971.

10. Гордон В. О. и Старожилец Е. Г. Почему так чертят? М., «Просвещение», 1972.

11. Загоруйко В. И. Зубчатые и червячные передачи. М., «Высшая школа», 1964.

12. Квитницкий А. В. и Павлов А. В. Выполнение рабочих чертежей. М., Машгиз, 1955.

13. Котов И. И. Начертательная геометрия. М., «Высшая школа», 1970.

14. Кузнецов Н. С. Курс начертательной геометрии. М., «Высшая школа», 1969.

15. Маркаров С. М. Краткий словарь-справочник по черчению. Л., «Машиностроение», 1970.

16. Савелов А. А. Плоские кривые. М., Физматгиз, 1960.

17. Система государственных стандартов ЕСКД и система стандартов на соответствующие изделия, включенные в книгу.

18. Хаскин А. М., Воеводский В. С., Красниц З. Я. Курс черчения для заочных техникумов, ч. 1 и 2, Киев, «Техника», 1965.

19. Хаскин А. М. Черчение (учебник для техникумов на украинском языке). Киев, «Высшая школа», 1972.

20. Федоренко В. А. и Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. Л., «Машиностроение», 1970.

21. Четверухин Н. Ф. и др. Курс начертательной геометрии. М., «Высшая школа», 1968.

ОГЛАВЛЕНИЕ